

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-134008  
(P2000-134008A)

(43)公開日 平成12年5月12日(2000.5.12)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
H 0 1 P 5/08		H 0 1 P 5/08	K 5 J 0 1 4
		5/18	N
// H 0 1 P 3/16		3/16	

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平10-300754

(22)出願日 平成10年10月22日(1998.10.22)

(71)出願人 000006231

株式会社村田製作所  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72)発明者 谷崎 透

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(72)発明者 高桑 郁夫

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(74)代理人 100084548

弁理士 小森 久夫

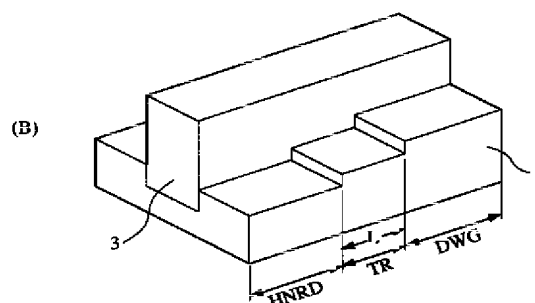
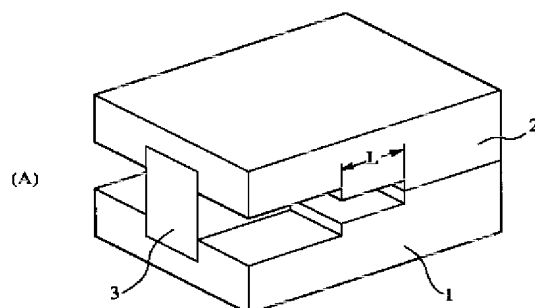
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 誘電体線路変換器、誘電体線路装置、方向性結合器、高周波回路モジュールおよび送受信装置

(57)【要約】

【課題】 広帯域特性を維持しつつ誘電体線路変換器を全体に小型化し、その誘電体線路変換器を有する小型の方向性結合器を構成し、さらに上記誘電体線路変換器を用いた誘電体線路装置、前記方向性結合器または誘電体線路装置を用いた高周波回路モジュールおよび送受信装置を構成する。

【解決手段】 上下の導体板1、2の対向面に溝を形成し、その溝に誘電体ストリップ3を配置するとともに、第1種の誘電体線路HNRD部分の導体面の間隔より、線路変換部TR部分の導体面の間隔を狭くし、第2種の誘電体装荷導波管DWGとのインピーダンス整合を図る。また線路変換部の線路長Lを $\lambda g/4$ の奇数倍の関係とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 誘電体ストリップの上下面を導体面とし、該誘電体ストリップの側方に空間を設けた第1種の誘電体線路と、誘電体ストリップの上下面および側面を導体面とする第2種の誘電体線路との線路変換器であって、

第1種と第2種の誘電体線路の誘電体ストリップに接続される、または第1種と第2種の誘電体線路の誘電体ストリップに連続する誘電体ストリップを備え、該誘電体ストリップ以外の領域での上下の導体面の間隔を第1種の線路における上下の導体面の間隔より狭くし、且つ第2種の誘電体線路部分で前記導体面の間隔を略0にしたことを特徴とする誘電体線路変換器。

【請求項2】 前記第1種の誘電体線路から前記第2種の誘電体線路へ向かうほど、前記間隔を狭くしたことを特徴とする請求項1に記載の誘電体線路変換器。

【請求項3】 前記第1種の誘電体線路と前記第2種の誘電体線路との間の線路長を線路上の波長の略 $1/4$ の奇数倍にするとともに、前記第1種の誘電体線路と前記第2種の誘電体線路との間の線路における上下の導体面の間隔を前記第1種の誘電体線路における上下の導体面の間隔より狭い一定の間隔とした請求項1に記載の誘電体線路変換器。

【請求項4】 誘電体ストリップの上下面を導体面とし、該誘電体ストリップの側方に空間を設けた第1種の誘電体線路と、誘電体ストリップの上下面および側面を導体面とする第2種の誘電体線路との線路変換器であって、

第1種と第2種の誘電体線路の誘電体ストリップに接続される、または第1種と第2種の誘電体線路の誘電体ストリップに連続する誘電体ストリップを備え、該誘電体ストリップから該誘電体ストリップの側方の導体面までの間隔を第1種の誘電体線路の誘電体ストリップから該誘電体ストリップの側方の導体面までの間隔より狭い一定の間隔としたことを特徴とする誘電体線路変換器。

【請求項5】 前記第1種の誘電体線路と前記第2種の誘電体線路との間の線路長を線路上の波長の $1/4$ の奇数倍とした請求項4に記載の誘電体線路変換器。

【請求項6】 前記第1種の誘電体線路の導体面の間隔を、該第1種の誘電体線路の誘電体ストリップの高さより狭くし、LSM01モードの遮断周波数をLSE01モードの遮断周波数より低くして、第1種の誘電体線路をLSM01モードの単一モードを伝搬する誘電体線路とした請求項1～6のうちいずれかに記載の誘電体線路変換器。

【請求項7】 請求項1～6のうちいずれかに記載の誘電体線路変換器を備えて成る誘電体線路装置。

【請求項8】 請求項1～6のうちいずれかに記載の誘電体線路変換器を備えて成る方向性結合器。

【請求項9】 請求項7に記載の誘電体線路装置または

請求項8に記載の方向性結合器を送信信号または受信信号の伝搬部に用いた高周波回路モジュール。

【請求項10】 請求項9に記載の高周波回路モジュールと送信回路および受信回路を備えて成る送受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、種類の異なる誘電体線路同士の変換器と、それを用いた方向性結合器、誘電体線路装置、高周波回路モジュールおよび送受信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】誘電体線路を用いた回路において、その入出力部分や一部でたとえば導波管等の種類の異なった線路を用いる場合、導波管と誘電体線路との線路変換器が必要となる。たとえば導波管内に誘電体を装荷（充填）した線路（以下DWGと言う。）と平行な導体面の間に誘電体ストリップを配して成る非放射型誘電体線路（以下NRDガイドと言う。）との線路変換を行うものが特開平8-70209号に示されている。この線路変換器は、誘電体ストリップの幅および幅方向の壁面（導体面）の間隔を、DWGからNRDガイドにかけて次第に広げるようにしたものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記DWGとNRDガイドとの線路変換器は、広帯域に亘って線路変換損失が少ないという特徴を備えているが、線路変換部の線路長が長くなるため、全体に大型化するという問題があった。

【0004】たとえば、誘電体線路を用いた回路の一つとして、2つの誘電体ストリップを、上下2つの導体面の間に平行配置した平行2線路型の方向性結合器が用いられている。誘電体線路としてはNRDガイドを用いることができるが、電力分配比等の特性値が所定値を保つ周波数帯域幅が狭い。DWGを用いて導波管形の方向性結合器を構成すれば、広帯域特性が得られるが、入出力をたとえばNRDガイドとするためには、DWGによる方向性結合器とともに上記DWG-NRDガイドの線路変換器が必要となる。その結果、全体に大型化する。

【0005】この発明の目的は、良好な線路変換特性を維持しつつ全体に小型化を図った誘電体線路変換器を提供することにある。

【0006】また、この発明の他の目的は、広帯域特性を有し且つ小型の誘電体線路による方向性結合器を提供することにある。

【0007】この発明のさらに他の目的は、上記誘電体線路変換器を用いた誘電体線路装置または方向性結合器を用いた高周波回路モジュールおよび送受信装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明は、誘電体スト

リップの上下面を導体面とし、該誘電体ストリップの側方に空間を設けた第1種の誘電体線路と、誘電体ストリップの上下面および側面を導体面とする第2種の誘電体線路との線路変換器であって、第1種と第2種の誘電体線路の誘電体ストリップに接続される、または第1種と第2種の誘電体線路の誘電体ストリップに連続する誘電体ストリップを備え、該誘電体ストリップ以外の領域での上下の導体面の間隔を第1種の線路における上下の導体面の間隔より狭くし、且つ第2種の誘電体線路部分で前記導体面の間隔を略0にする。

【0009】この構造により、誘電体ストリップを挟む上下の導体面の間隔が、第1種の誘電体線路から第2種の誘電体線路（誘電体装荷導波管）にかけて急激に変化しないため、反射特性が劣化することなく線路変換がなされ、且つ線路の幅方向に広がる要素がないため、幅方向の小型化が容易となる。

【0010】上記の構造において、第1種の誘電体線路から第2種の誘電体線路へ向かうほど、誘電体ストリップ以外の領域での導体面の間隔を狭くすれば不連続部での反射がさらに抑えられる。

【0011】また、第1種の誘電体線路と第2種の誘電体線路との間の線路長を線路上の波長の $1/4$ の奇数倍とすれば、誘電体ストリップを挟む上下の導体面の間隔が変化する2箇所での反射波が逆位相で重ね合わされて、結果的に反射波が打ち消される。そのため反射特性が改善される。

【0012】また、この発明は、誘電体ストリップの上下面を導体面とし、該誘電体ストリップの側方に空間を設けた第1種の誘電体線路と、誘電体ストリップの上下面および側面を導体面とする第2種の誘電体線路との線路変換器であって、第1種と第2種の誘電体線路の誘電体ストリップに接続される、または第1種と第2種の誘電体線路の誘電体ストリップに連続する誘電体ストリップを備え、該誘電体ストリップから側方の導体面までの間隔を第1種の誘電体線路の誘電体ストリップから側方の導体面までの間隔より狭い、一定の間隔とする。

【0013】この構造により、誘電体ストリップを挟む上下の導体面の間隔が、第1種の誘電体線路から第2種の誘電体線路（誘電体装荷導波管）にかけてステップ状に変化しているため、線路変換器の長さ方向寸法が短くてすむ。そのため、長さ方向に短い線路変換器が得られる。

【0014】上記の構造において、第1種の誘電体線路と第2種の誘電体線路との間の線路長を線路上の波長の $1/4$ の奇数倍とすれば、誘電体ストリップを挟む上下の導体面の間隔が変化する2箇所での反射波が逆位相で重ね合わされて、結果的に反射波が打ち消される。そのため反射特性が改善される。

【0015】上記第1種の誘電体線路の導体面の間隔を、その第1種の誘電体線路の誘電体ストリップの高さ

より狭くして、LSMモードの単一モードを伝搬する誘電体線路（以下「ハイパーNRDガイド」という。）とすれば、バンドにおけるモード変換に伴う損失の殆ど生じない誘電体線路と誘電体装荷導波管とを備えた誘電体線路回路を容易に構成することができるようになる。

【0016】また、この発明は、上記誘電体線路変換器を備えた誘電体線路装置を構成する。たとえば第2種の誘電体線路に上記誘電体線路変換器を設けて、第1種の誘電体線路を直接接続できるようにした、第2種の誘電体線路を用いた誘電体線路装置を構成する。

【0017】また、この発明は、上記誘電体線路変換器を備えた方向性結合器を構成する。たとえば2つの第2種の誘電体線路同士を接合または一体化させて方向性結合器を構成する。これにより、NRDガイドで入力でき、且つ広帯域特性を有する方向性結合器が得られる。

【0018】また、この発明は、上記誘電体線路装置または方向性結合器を送信信号または受信信号の伝搬部に用いた高周波回路モジュールを構成する。

【0019】さらにこの発明は、上記高周波回路モジュールと送信回路および受信回路によって送受信装置を構成する。

【0020】

【発明の実施の形態】この発明の第1の実施形態に係る誘電体線路変換器の構成を図1および図2に示す。図1の(A)は主要部の全体の斜視図、(B)は(A)の上部の導体板を取り除いた状態での斜視図である。また図2の(A)は図1の(A)におけるA-A部分の断面図、(B)は図1の(A)におけるB-B部分の断面図である。

【0021】図1において1、2はそれぞれ成形した絶縁基板の表面に電極膜を形成して成る導体板または金属板を加工して成る導体板である。3は、射出成形または切削加工による誘電体ストリップであり、合成樹脂、セラミックまたはその複合材から成る。図に示すように、上下の導体板1、2の間に誘電体ストリップ3を配置することによって第1種の誘電体線路、第2種の誘電体線路およびその間の線路変換部を構成している。

【0022】誘電体ストリップ3の高さおよび幅方向の寸法は第1種の誘電体線路、第2種の誘電体線路および線路変換部のいずれにおいても一定である。図2に示すように、第1種の誘電体線路部分において、上下の導体板の対向面（導体面）の間隔 $h$ を誘電体ストリップ3の高さ寸法 $H$ より狭い所定寸法に形成している。これによりLSMO1モードの単一モードを伝搬するハイパーNRDガイド（図中HNRDと表す。）を構成している。第2種の誘電体線路部分では、上下の導体板1、2を重ねた状態すなわち対向面の間隔がほぼ0となるようにしている。したがって第2種の誘電体線路部分における導体板の溝深さを誘電体ストリップ3の高さ寸法 $H$ の半分としている。これにより第2種の誘電体線路を誘電体装

荷導波管(図中DWGと表す。)としている。

【0023】線路変換部(図中TRと表す。)では、上下の導体板1, 2の対向面の間隔が第1種の誘電体線路部分から第2種の誘電体線路部分にかけてテーパ状となるように溝深さを順次変化させている。この構造により線路変換部の入出力部分および途中での反射を低減し、線路変換器としての反射特性を良好に保つ。

【0024】図3は第2の実施形態に係る誘電体線路変換器の構成を示す図である。第1の実施形態の場合と異なり、図3に示す例では、線路変換部における上下の導体板1, 2の対向面の間隔を第1種の誘電体線路部分の間隔から第2種の誘電体線路部分の間隔(ほぼ0)まで段階的に変化させている。このような構造においても上下の導体板1, 2の対向面の間隔が段階的に変化する部分での間隔差が小さいため、反射が小さく抑えられ、全体の反射特性を良好に保つことができる。

【0025】次に、第3の実施形態に係る誘電体線路変換器の構成を図4～図7を参照して説明する。図4の(A)は主要部の全体の斜視図、(B)は(A)における上部の導体板を取り除いた状態での斜視図である。1, 2は導体板、3は誘電体ストリップである。この誘電体ストリップ3は合成樹脂、セラミックまたはその複合材から成り、後述する特性例では比誘電率 $\epsilon_r = 2.04$ のPTFEを用いている。

【0026】図5は各部の断面図であり、(A)は第1種の誘電体線路部分での断面図、(B)は線路変換部での断面図、(C)は第2種の誘電体線路部分での断面図である。誘電体ストリップ3の高さは2.2mm、幅は1.8mmであり、第1種の誘電体線路、第2種の誘電体線路および線路変換部のいずれにおいても一定である。第1種の誘電体線路部分の導体板に設けた溝の深さは0.5mm、線路変換部での溝深さは0.65mmであり、第2種の誘電体線路での溝深さは1.1mmとしている。

【0027】ここで、上下の導体板1, 2の導体面の間隔に対する線路の特性インピーダンスの関係を図6に示す。 $Z_1$ は第1種の誘電体線路の特性インピーダンス、 $Z_2$ は第2種の誘電体線路の特性インピーダンスである。線路変換部の特性インピーダンスが $\sqrt{(Z_1 \cdot Z_2)}$ となるように導体面の間隔を定めれば2種の線路間のインピーダンス整合をとることができる。この例では0.9mmである。また線路上の波長を $\lambda_g$ としたとき、線路変換部の線路長 $L$ を $\lambda_g/4$ またはその奇数倍の関係とする。この例では60GHz帯であり、 $L = 1.85\text{mm}$ である。

【0028】図7は上記の構成による誘電体線路変換器の3次元有限要素法による反射特性を示している。このようにして60GHz帯で-30dBという低反射特性が得られる。

【0029】次に、第4の実施形態に係る誘電体線路変

換器の構成を図8～図11を参照して説明する。

【0030】図8は上部の導体板を取り除いた状態での斜視図である。この例では、第1種の誘電体線路部分での上下の導体板の間隔を一定に保ち、第2種の誘電体線路と線路変換部での上下の導体板の間隔をほぼ0としている。ただし、線路変換部において誘電体ストリップ3の側方に溝を広げ、その部分での溝深さを第1種の誘電体線路における導体板の溝深さと同一としている。

【0031】図9は上記誘電体線路変換器の各部の断面図であり、(A)は第1種の誘電体線路部分の断面図、(B)は線路変換部の断面図、(C)は第2種の誘電体線路の断面図である。誘電体ストリップ3の高さは2.2mm、幅は1.8mmであり、第1種の誘電体線路、第2種の誘電体線路および線路変換部のいずれにおいても一定である。第1種の誘電体線路部分の導体板に設けた溝の深さは0.5mmである。線路変換部での溝深さも0.5mmであるが、その側方の導体面までの間隔を0.16mmにしている。第2種の誘電体線路での溝深さは1.1mmとしている。

【0032】ここで、誘電体ストリップからその側方の導体面までの間隔に対する線路の特性インピーダンスの関係を図10に示す。 $Z_1$ は第1種の誘電体線路の特性インピーダンス、 $Z_2$ は第2種の誘電体線路の特性インピーダンスである。線路変換部の特性インピーダンスが $\sqrt{(Z_1 \cdot Z_2)}$ となるように、誘電体ストリップからその側方の導体面までの間隔を定めれば2種の線路間のインピーダンス整合をとることができる。この例では0.16mmである。また線路上の波長を $\lambda_g$ としたとき、線路変換部の線路長 $L$ を $\lambda_g/4$ またはその奇数倍の関係とする。この例では60GHz帯であり、 $L = 1.83\text{mm}$ としている。

【0033】図11は上記の構成による誘電体線路変換器の3次元有限要素法による反射特性を示している。このようにして60GHz帯で-30dBという低反射特性が得られる。

【0034】次に第5の実施形態に係る方向性結合器の構成例を図12～図14を参照して説明する。図12は上部の導体板を取り除いた状態での斜視図、図13はその上面図である。31, 32, 33, 34で示す部分は誘電体ストリップであり、この例では“工”字形に一体成形している。導体板1には誘電体ストリップ31～34が一定深さまで入る溝を形成している。上部の導体板についても同様である。

【0035】この構造により誘電体ストリップ32から34にかけて、第1種の誘電体線路→線路変換部→第2種の誘電体線路→線路変換部→第1種の誘電体線路の順に線路変換が行われる。同様に誘電体ストリップ31から33にかけても、第1種の誘電体線路→線路変換部→第2種の誘電体線路→線路変換部→第1種の誘電体線路の順に線路変換が行われる。

【0036】上記誘電体ストリップは第2種の誘電体線路を構成する部分の一部で一体化している。これにより第2種の誘電体線路部分をDWGによる方向性結合器として作用させる。DWGによる方向性結合器は、空洞導波管を用いた方向性結合器が広帯域であることと同様に、広帯域特性が得られる。しかも4つのポートはハイパーNRDガイドとして用いることができるので、ハイパーNRDガイドを用いた誘電体線路回路中で方向性結合器を設ける場合に全体に極めて小型化することができる。

【0037】上記の方向性結合器において、第1種と第2種の誘電体線路部分の上下の導体板の間隔および線路変換部の上下の導体板の間隔は第3の実施形態として図5に示した例と同様である。また、誘電体ストリップの寸法および材質も第3の実施形態の場合と同様である。図13に示した各部の寸法は60GHz帯に設計した場合の値であり、単位はmmである。

【0038】図14は、3次元有限要素法による分配特性を示す図である。このように設計周波数帯である60GHz帯においてS31およびS41特性が-3dBとなって等分配特性が得られ、しかも広帯域にわたってその特性が維持される。

【0039】次に第6の実施形態に係る方向性結合器の例を図15～図19を参照して説明する。図15は上部の導体板を取り除いた状態での上面図である。基本的には図13に示したものと同様であるが、ここでは76GHz帯で用いる方向性結合器である。周波数帯が高くなったことに伴い、変換部TR部分の線路長を1.3mmとし、第2の誘電体線路部分で、平行2線路間の結合を行う部分の寸法を図13に示した場合より小さくしている。

【0040】図16は上記方向性結合器における3種類の線路部分の断面図である。(A)は第1種の誘電体線路部分の断面図、(B)は線路変換部の断面図、(C)は第2種の誘電体線路部分の断面図である。周波数帯が高くなったことに伴い、各部の寸法は図5に示したものより小さくなっている。

【0041】図17は実際に特性評価を行った方向性結合器の構成を示す図であり、誘電体ストリップ部分のみの上面図である。この方向性結合器は、ポート#1からの入力信号をポート#3とポート#4に電力分配するものである。変換部TRの外側はすべてハイパーNRDガイドであるため、任意の曲率を有するベンドを構成しても、モード変換に伴う損失が殆ど生じない。この例ではポート#4をポート#1とポート#3を結ぶ直線に対し垂直方向に引き出すために曲率半径5mm(R5)のベンドを構成している。

【0042】図18は図15に示した方向性結合器を、無損失系として3次元有限要素法によりシミュレーションした結果であり、図19は図17に示した方向性結合

器の実測結果である。このように広い周波数帯域にわたって電力分配比をほぼ一定にすることができる。

【0043】次に第7の実施形態に係るミリ波レーダモジュールの構成例を図20および図21を基に説明する。図20は上部の導体板を取り除いた状態での上面図、図21は上記ミリ波レーダモジュールのブロック図である。このミリ波レーダモジュールは、大別してオシレータ、アイソレータ、方向性結合器、サーキュレータ、ミキサの各ユニットからなる。オシレータはガンダイオードによりミリ波信号を発生する。アイソレータは図に示すように3つの誘電体ストリップをポートとするサーキュレータの1つのポートに終端器を接続することによって構成している。すなわちオシレータからのミリ波信号を方向性結合器側へ伝搬させ、方向性結合器からの反射信号を終端器へ導くようにしている。方向性結合器は図12に示したものと同一構造を有し、ハイパーNRDガイドによる4つのポートを備え、所定の電力分配比で、ポート#1からの入力信号をポート#3とポート#4へ分配する。ポート#3からの信号はサーキュレータを経てRFポートに接続されるアンテナからターゲットに向けてTX信号として放射される。アンテナで受けたターゲットからの反射信号はサーキュレータを介してミキサにRX信号として入力される。一方、方向性結合器のポート#4からの信号がLO信号としてミキサに入力され、ミキサはRX信号とLO信号とをミキシングする。オシレータの信号がたとえば時間的に2値の周波数 $f_1$ 、 $f_2$ をとる場合、2経路の経路差により生じる時間差に応じた $f_1 - f_2$ の周波数成分を持つIF信号が得られる。このIF信号を信号処理することによりターゲットまでの測距を行う。

【0044】次に、第8の実施形態に係るミリ波レーダモジュールの構成を図22および図23に示す。図22は上部の導体板を取り除いた状態での上面図、図23は上記ミリ波レーダモジュールのブロック図である。このミリ波レーダモジュールは、大別してオシレータ、アイソレータ、方向性結合器、サーキュレータ、アップコンバータ、ダウンコンバータの各ユニットからなる。オシレータはガンダイオードによりミリ波信号を発生する。アイソレータは図に示すように3つの誘電体ストリップをポートとするサーキュレータの1つのポートに終端器を接続することによって構成していて、オシレータからのミリ波信号を方向性結合器側へ伝搬させ、方向性結合器からの反射信号を終端器へ導くようにしている。方向性結合器のポート#1から入力された信号はポート#3とポート#4からそれぞれ出力されてアップコンバータとダウンコンバータに入力される。アップコンバータは方向性結合器からのLO信号とIF回路からのIF信号とをミキシングして、LO+IFの周波数信号を有する信号をサーキュレータへ出力する。この信号はサーキュレータを経て、TX信号として外部へ放射される。この

例ではハイパーNRDガイドを導波管モードに変換するWG変換器を介して導波管へ出力することになる。ターゲットから反射された信号はサーキュレータを介してRX信号としてダウンコンバータに入力される。ダウンコンバータはオシレータで発振されたLO信号とRX信号とをミキシングし、RX-LO成分を持つIF信号を得る。上記アップコンバータへ与えたIF信号の周波数変化とダウンコンバータにより得たIF信号の周波数成分とから、信号処理によりターゲットまでの測距を行う。

【0045】図24は上記ミリ波レーダモジュールを用いた、第9の実施形態に係る送受信装置全体の構成を示すブロック図である。図24において、RF回路は上記ミリ波レーダモジュールに相当し、IF回路はミリ波レーダモジュールにより得られたIF信号のフィルタ回路やADコンバータから成る。信号処理回路はIF信号のデジタルデータを信号処理または演算処理して、ミリ波レーダモジュールのアンテナからターゲットまでの測距および相対速度を求め、必要に応じてたとえば移動体のエンジン制御ユニットなどの外部の回路を制御する。

【0046】次に、第10の実施形態に係る誘電体線路装置の構成を図25に示す。図25において1、2は上下の導体板、3a、3bは上下に分割した誘電体ストリップである。また4はマイクロストリップライン5などを形成した基板であり、上下の導体板1、2の間に挟み込むことによって誘電体線路装置を構成する。この誘電体線路装置は、図4に示した構造のものを誘電体ストリップの中央部で上下に分割し、かつその間に基板を挟み込んだものに相当する。

【0047】マイクロストリップライン5はDWG部分にその線路に直交する向きに挿入することによって、DWGとマイクロストリップラインとの線路変換を行うようにしている。このようにDWGとマイクロストリップラインとの線路変換を行うことにより、NRDガイドとマイクロストリップラインとの線路変換を直接行う場合に比べて、不要波の発生が少なくなる。なお、マイクロストリップライン5が上部の導体板2に直接接しないように、マイクロストリップライン5に対向する部分は導体板2に凹部を形成している。

【0048】なお、以上に示した各実施形態では、ハイパーNRDガイドと誘電体装荷導波管との線路変換器を行う例を示したが、LSMO1モードとLSEO1モードの両モードが伝搬されるノーマルNRDガイドと誘電体装荷導波管との線路変換を行う場合についても、本願発明は同様に適用できる。その例を図26に示す。

【0049】図26において、(A)は主要部の全体の斜視図、(B)は(A)におけるB-B部分の断面図、(C)は(A)におけるC-C部分の断面図である。図1に示した構造と異なり、この例ではノーマルNRDガイド部分(NNRD)の上下の導体板1、2には溝を設けていない。

【0050】線路変換部(TR)では、上下の導体板1、2の対向面の間隔がノーマルNRDガイド部分からDWG部分にかけてテーパ状となるように溝深さを順次変化させている。

【0051】また、以上に示した各実施形態では、誘電体線路の導体面を導体板の表面で構成したが、誘電体ストリップの所定部分をメタライズして導体面を形成してもよい。方向性結合器の場合について、その例を図27に示す。

【0052】図27の(A)は誘電体ストリップの斜視図、(B)は上部の導体板を取り除いた状態での斜視図である。31、32、33、34で示す部分は誘電体ストリップであるが、図12に示した例と異なり、DWGを構成する誘電体ストリップ部分に電極膜を形成している。その他の構造は図12の場合と同様である。

【0053】この構造により、DWG部分はメタライズした電極が導体面として作用するため、DWG部分における誘電体ストリップと導体板とに多少の間隔が生じても、常に安定した特性が得られる。

【0054】

【発明の効果】請求項1に係る発明によれば、第1種の誘電体線路から第2種の誘電体線路にかけての線路の不連続部が小さくなるため、反射特性が劣化することなく線路変換がなされる。しかも線路の幅方向に広がる要素がないため、幅方向に小型の誘電体線路変換器が得られる。

【0055】請求項2に係る発明によれば、第1種の誘電体線路から第2種の誘電体線路にかけての線路の不連続部での反射がさらに抑えられる。

【0056】請求項3、5に係る発明によれば、2箇所の不連続部での反射波が逆位相で重ね合わされて、結果的に反射波が打ち消される。そのため反射特性が改善される。

【0057】請求項4に係る発明によれば、誘電体ストリップを挟む上下の導体面の間隔が、第1種の誘電体線路から第2種の誘電体線路にかけてステップ状に変化しているため、線路変換器の長さ方向寸法が短くてすむ。そのため、長さ方向に短い線路変換器が得られる。

【0058】請求項6に係る発明によれば、ベンドにおけるモード変換に伴う損失の殆ど生じないNRDガイドとDWGとを備えた誘電体線路回路を容易に構成することができるようになる。

【0059】請求項7に係る発明によれば、誘電体線路回路にたとえばDWGによる素子を設ける場合に、NRDガイドによる誘電体線路回路中に直接接続できるようになり、全体の小型化が図れる。

【0060】請求項8に係る発明によれば、NRDガイドで入出力し且つDWGにより方向性結合器を構成するため、広帯域特性化とともに小型化を図ることができる。

【0061】請求項9に係る発明によれば、前記方向性結合器または誘電体線路装置を送信信号または受信信号の伝搬部に用いた小型で広帯域特性を有する高周波回路モジュールを容易に構成することができる。

【0062】さらに請求項10に係る発明によれば、上記高周波回路モジュールと送信回路および受信回路とを備えた小型で広帯域特性を有する送受信装置を構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態に係る誘電体線路変換器の構成を示す斜視図

【図2】同誘電体線路変換器の各部の断面図

【図3】第2の実施形態に係る誘電体線路変換器の構成を示す斜視図

【図4】第3の実施形態に係る誘電体線路変換器の構成を示す斜視図

【図5】同誘電体線路変換器の各部の断面図

【図6】導体面間隔に対する線路の特性インピーダンスの関係を示す図

【図7】所定の周波数帯における反射特性を示す図

【図8】第4の実施形態に係る線路変換器の構成を示す斜視図

【図9】同誘電体線路変換器の各部の断面図

【図10】誘電体ストリップ側方の導体面までの距離に対する線路の特性インピーダンスの関係を示す図

【図11】所定の周波数帯における反射特性を示す図

【図12】第5の実施形態に係る方向性結合器の構成例を示す斜視図

【図13】同方向性結合器の上部の導体板を取り外した

状態での上面図

【図14】同方向性結合器の分配特性を示す図

【図15】第6の実施形態に係る方向性結合器の構成例を示す図

【図16】同方向性結合器の各部の断面図

【図17】実測に用いた方向性結合器の構成を示す図

【図18】シミュレーションによる分配特性を示す図

【図19】実測による分配特性を示す図

【図20】第7の実施形態に係るミリ波レーダモジュールの構成を示す図

【図21】同ミリ波レーダモジュールのブロック図

【図22】第8の実施形態に係るミリ波レーダモジュールの構成を示す図

【図23】同ミリ波レーダモジュールのブロック図

【図24】第9の実施形態に係る送受信装置のブロック図

【図25】第10の実施形態に係る誘電体線路装置の構成例を示す分解斜視図

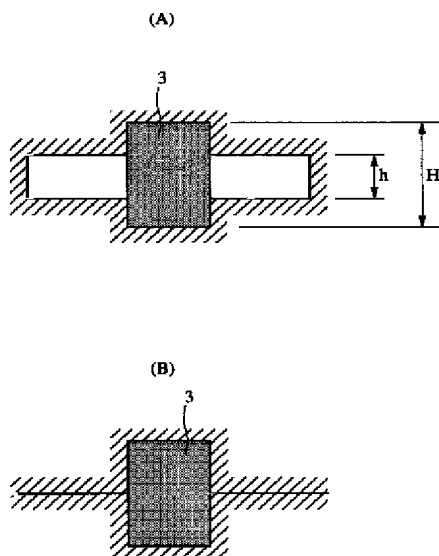
【図26】第11の実施形態に係る誘電体線路変換器の構成を示す斜視図および断面図

【図27】第12の実施形態に係る方向性結合器の構成を示す斜視図

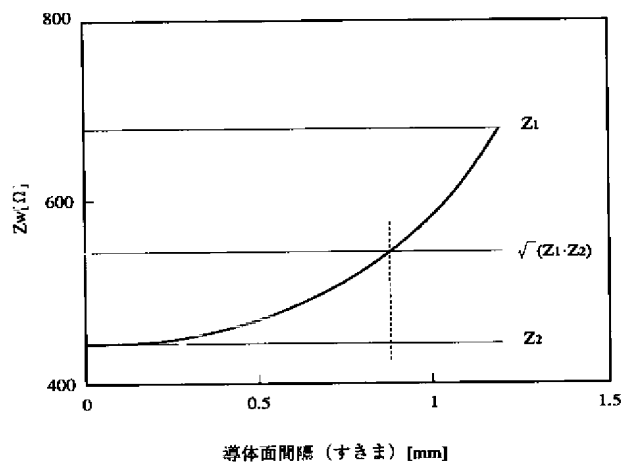
【符号の説明】

- 1, 2—導体板
- 3—誘電体ストリップ
- 4—基板
- 5—マイクロストリップライン
- 31～34—誘電体ストリップ

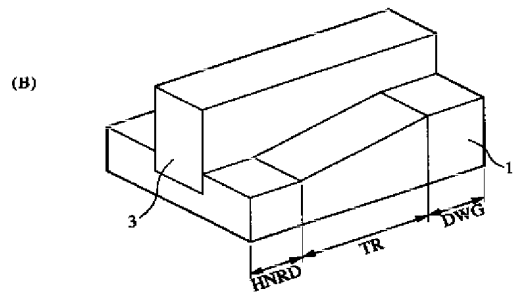
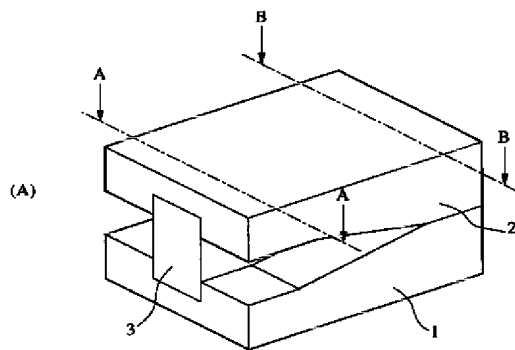
【図2】



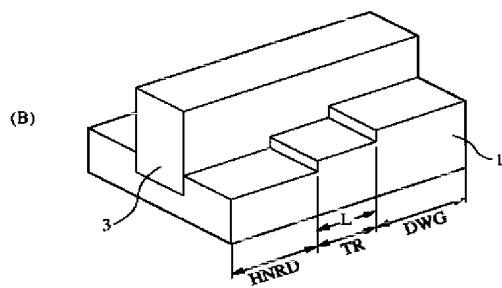
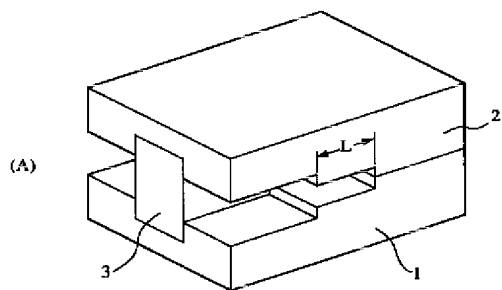
【図6】



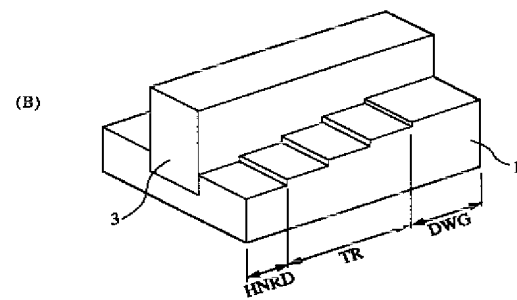
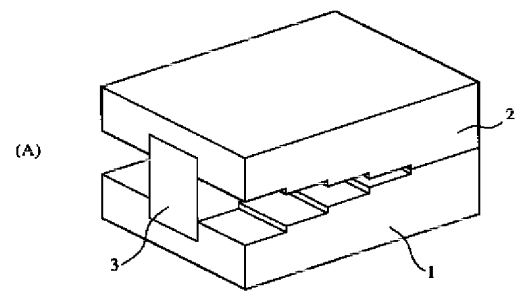
【図1】



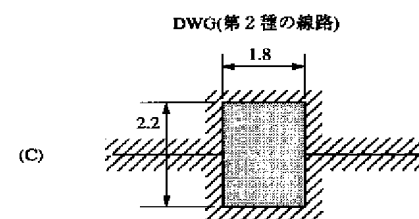
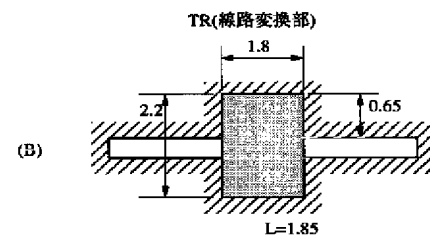
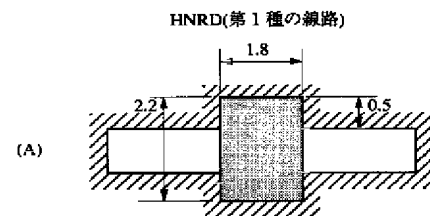
【図4】



【図3】

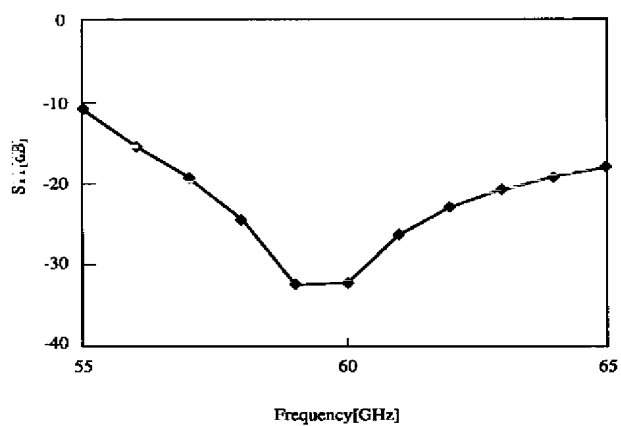


【図5】

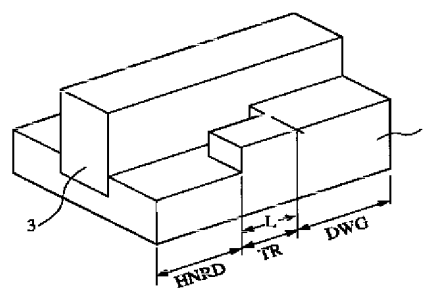




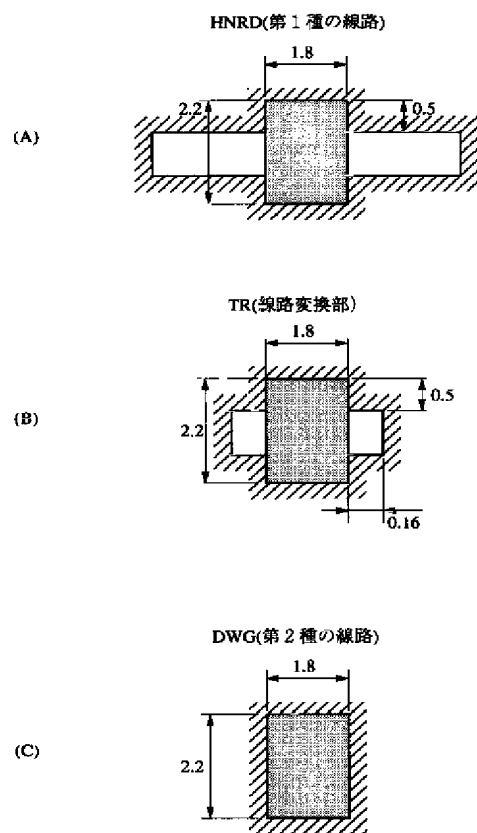
【図7】



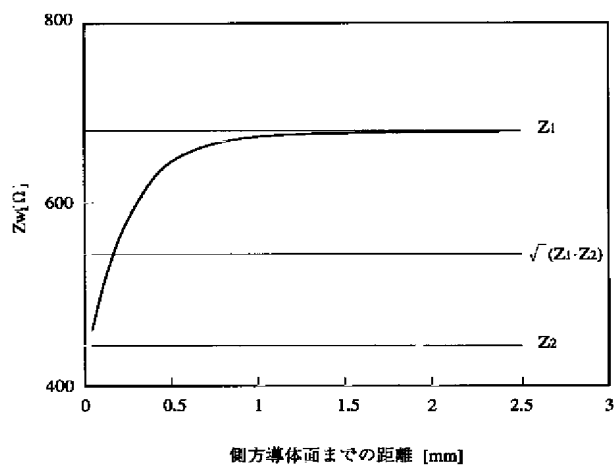
【図8】



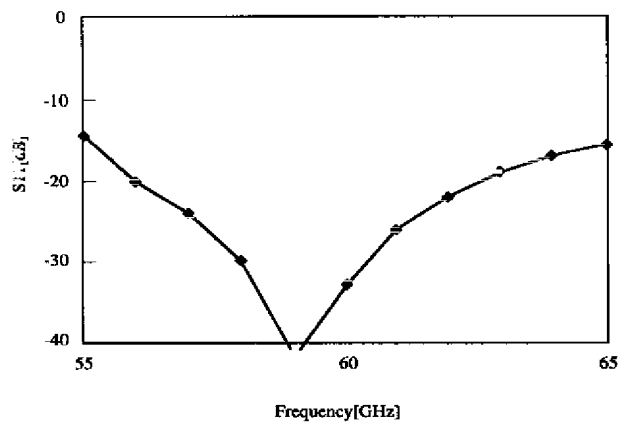
【図9】



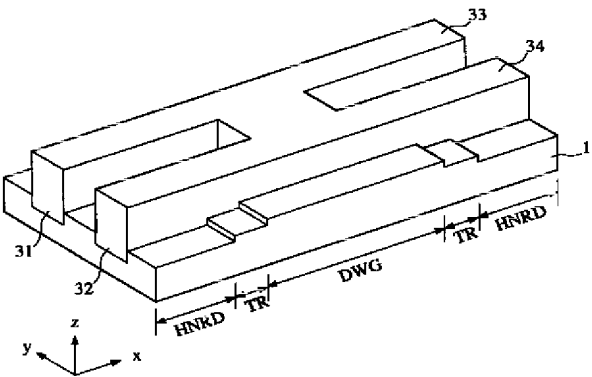
【図10】



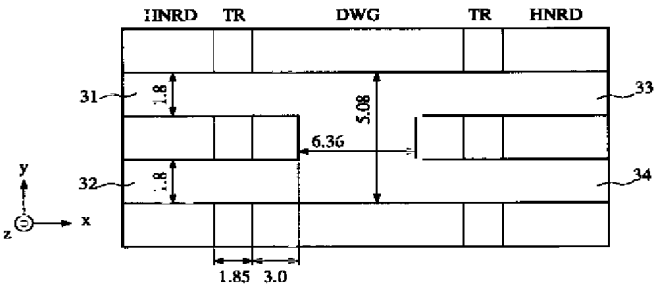
【図11】



【図12】

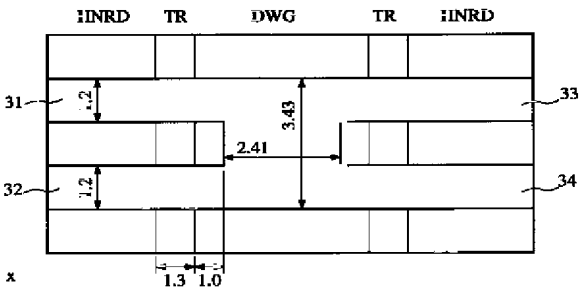
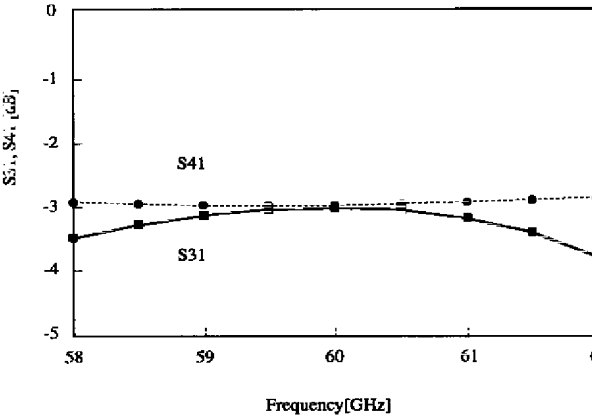


【図13】



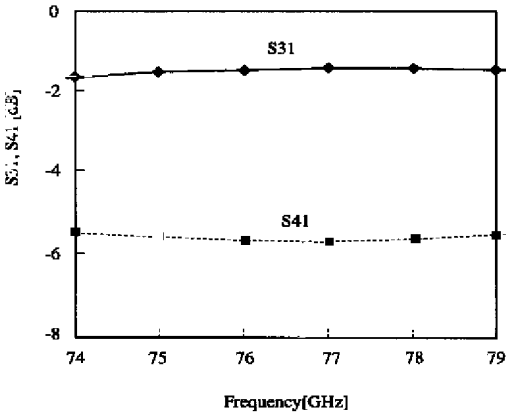
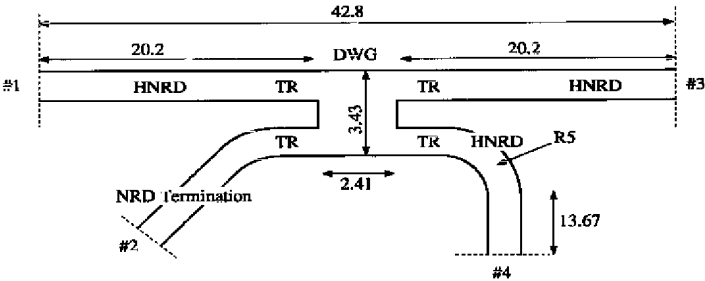
【図15】

【図14】

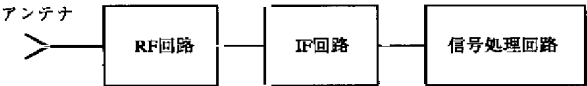


【図18】

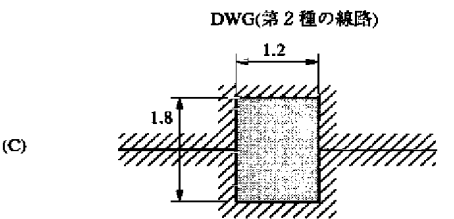
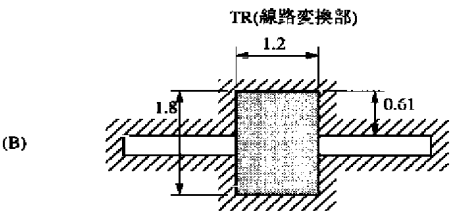
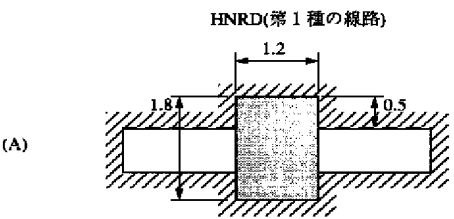
【図17】



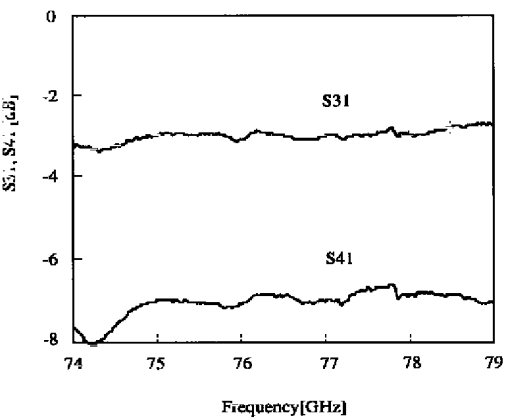
【図24】



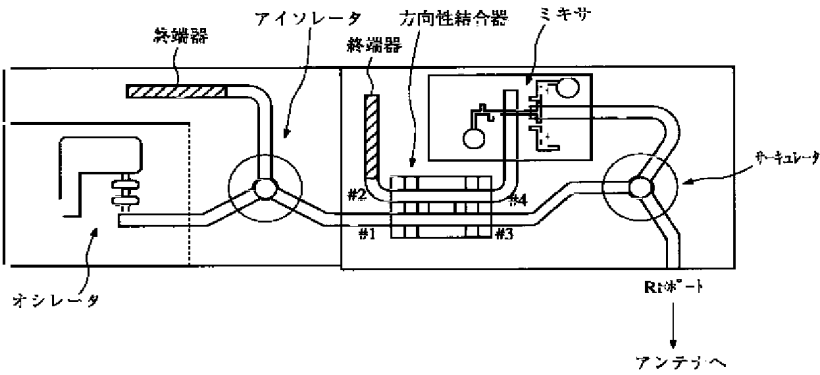
【図16】



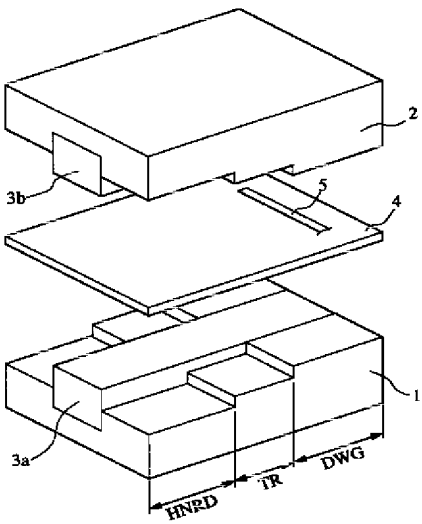
【図19】



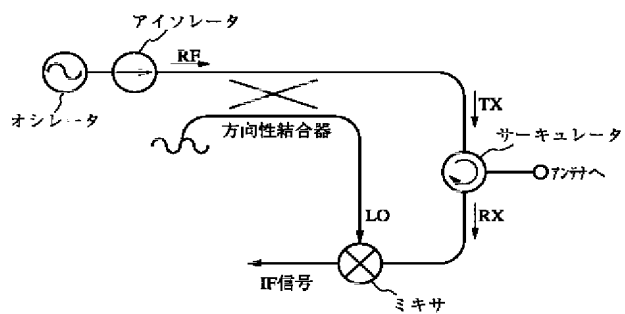
【図20】



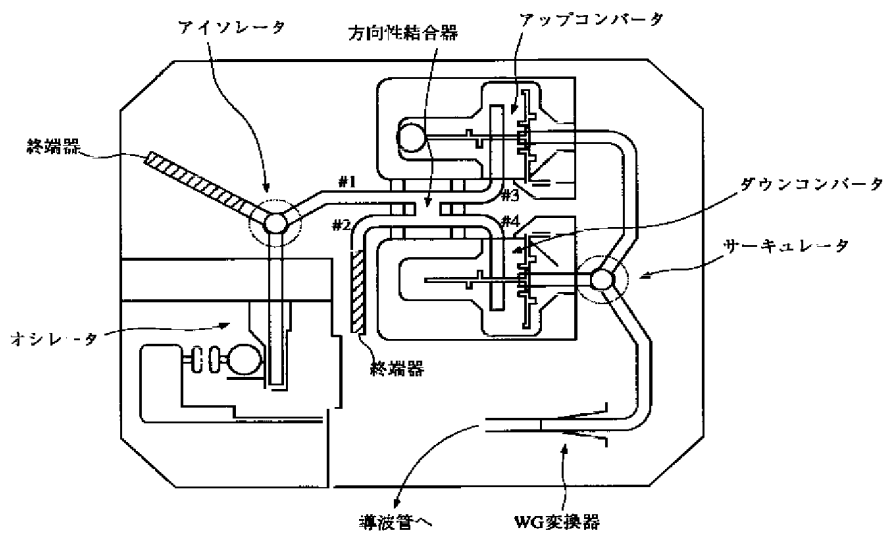
【図25】



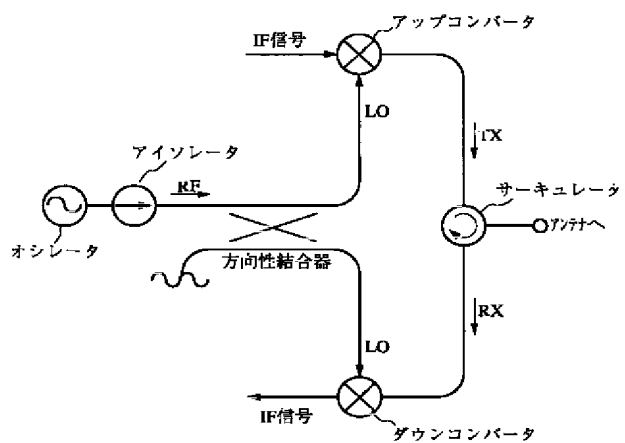
【図21】



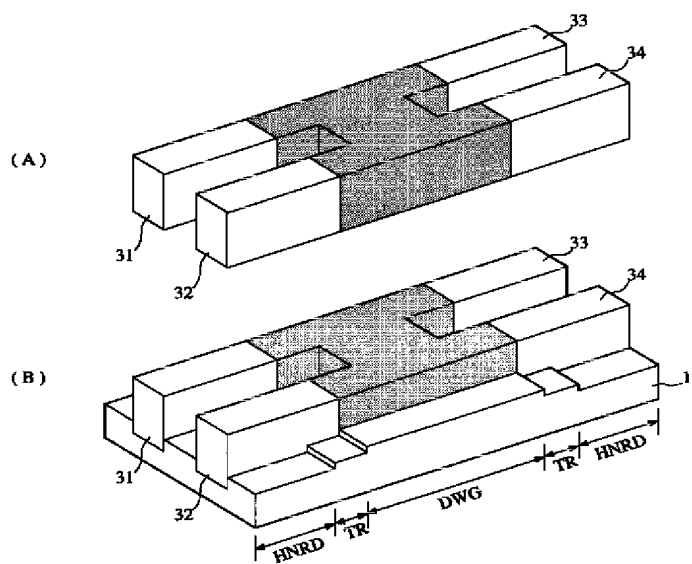
【図22】



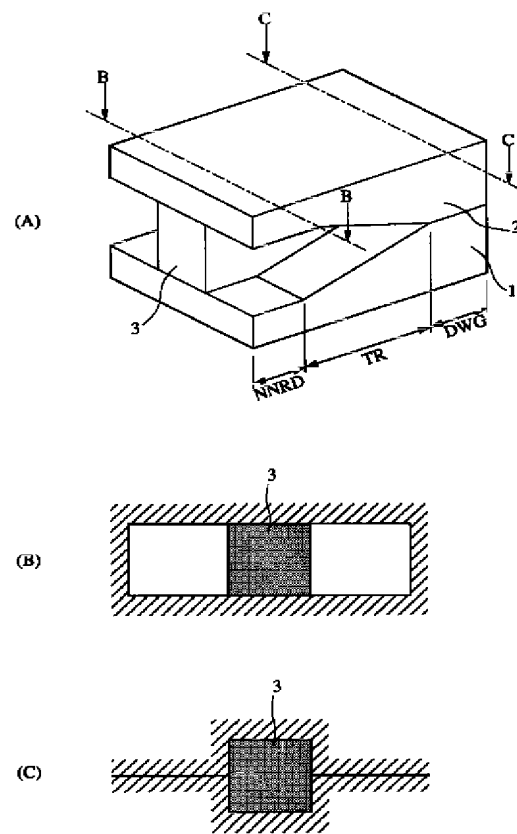
【図23】



【図27】



【図26】



フロントページの続き

(72)発明者 齊藤 篤  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

Fターム(参考) 5J014 HA06

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-134008

(43)Date of publication of application : 12.05.2000

---

(51)Int.Cl. H01P 5/08

H01P 5/18

// H01P 3/16

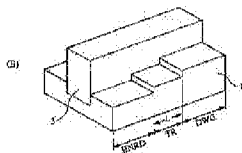
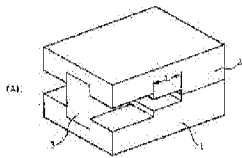
---

(21)Application number : 10-300754 (71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 22.10.1998 (72)Inventor : TANIZAKI TORU  
TAKAKUWA IKUO  
SAITO ATSUSHI

---

(54) DIELECTRIC LINE CONVERTER, DIELECTRIC LINE DEVICE,  
DIRECTIONAL COUPLER, HIGH FREQUENCY MODULE AND  
TRANSMITTER-RECEIVER



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To configure a small-sized directional coupler

incorporating the dielectric line converter that is entirely made small while keeping a broadband characteristic and to obtain the dielectric line device using the dielectric line converter, the high frequency circuit module using the directional coupler or the dielectric line device and the transmitter-receiver.

SOLUTION: A groove is formed to opposed faces of upper and lower conductor plates 1, 2, a dielectric strip 3 is placed in the groove, and an interval between conductor faces of a line conversion section TR is made narrower than an interval between conductor faces of a dielectric line HNRD of a 1st kind to match the impedance of the part TR with that of a dielectric loading waveguide DWG of a 2nd kind. Furthermore, the length L of the line conversion section is selected to be an odd number multiple of  $\lambda g/4$ .

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.07.2000

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3498597

[Date of registration] 05.12.2003

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The dielectric wire way of the 1st sort which made the vertical side of a dielectric strip the conductor side, and established space in the side of this dielectric strip, It is a line converter with the dielectric wire way of the 2nd sort which makes a conductor side the vertical side and side face of a dielectric strip. Connect with the dielectric strip of the dielectric wire way of the 1st sort and the 2nd sort, or it has the dielectric strip which follows the dielectric strip of the dielectric wire way of the 1st sort and the 2nd sort. The dielectric wire way converter characterized by having made spacing of the conductor side of the upper and lower sides in fields other than this dielectric strip narrower than spacing of the conductor side of the upper and lower sides in the track of the 1st sort, and making spacing of said conductor side abbreviation 0 in the dielectric wire way part of the 2nd sort.

[Claim 2] The dielectric wire way converter according to claim 1 characterized by narrowing said spacing, so that it goes to said dielectric wire way of the 2nd sort from said dielectric wire way of the 1st sort.

[Claim 3] While increasing the track length between said dielectric wire way of the 1st sort, and said dielectric wire way of the 2nd sort odd times of the abbreviation  $1/4$  for the wavelength on a track The dielectric wire way converter according to claim 1 which made spacing of the conductor side of the upper and



lower sides in the track between said dielectric wire way of the 1st sort, and said dielectric wire way of the 2nd sort fixed spacing narrower than spacing of the conductor side of the upper and lower sides in said dielectric wire way of the 1st sort.

[Claim 4] The dielectric wire way of the 1st sort which made the vertical side of a dielectric strip the conductor side, and established space in the side of this dielectric strip, It is a line converter with the dielectric wire way of the 2nd sort which makes a conductor side the vertical side and side face of a dielectric strip. Connect with the dielectric strip of the dielectric wire way of the 1st sort and the 2nd sort, or it has the dielectric strip which follows the dielectric strip of the dielectric wire way of the 1st sort and the 2nd sort. The dielectric wire way converter characterized by making spacing to the conductor side of the side of this dielectric strip to this dielectric strip into fixed spacing narrower than spacing to the conductor side of the side of a dielectric strip to this dielectric strip of the dielectric wire way of the 1st sort.

[Claim 5] The dielectric wire way converter according to claim 4 which made the track length between said dielectric wire way of the 1st sort, and said dielectric wire way of the 2nd sort one fourth of odd times of the wavelength on a track.

[Claim 6] spacing of the conductor side of said dielectric wire way of the 1st sort - - this -- the inside of claims 1-6 which made it narrower than the height of the dielectric strip of the dielectric wire way of the 1st sort, made cut-off frequency in the LSM01 mode lower than the cut-off frequency in the LSE01 mode, and made the dielectric wire way of the 1st sort the dielectric wire way which spreads the single mode in the LSM01 mode -- a dielectric wire way converter given in either.

[Claim 7] Dielectric wire way equipment which equips either with the dielectric wire way converter of a publication, and grows into it among claims 1-6.

[Claim 8] The directional coupler which equips either with the dielectric wire way converter of a publication, and grows into it among claims 1-6.

[Claim 9] The high frequency circuit module which used dielectric wire way equipment or a directional coupler according to claim 8 according to claim 7 for

the propagation section of a sending signal or an input signal.

[Claim 10] The transmitter-receiver which is equipped with a high frequency circuit module and a sending circuit according to claim 9, and a receiving circuit, and changes.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the transducer, the directional coupler using it, the dielectric wire way equipment, high frequency circuit module, and transmitter-receiver of the dielectric wire ways from which a class differs.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the circuit using a dielectric wire way, when using the track where the classes of waveguide etc. differed by the I/O part and part, the line converter of a waveguide and a dielectric wire way is needed. For example, what performs track conversion with the nonradioactive dielectric wire way (henceforth a NRD guide) which allots a dielectric strip and changes between conductor sides parallel to the track (it is called Following DWG.) which

loaded the dielectric into the waveguide (restoration) is shown in JP,8-70209,A. It is made for this line converter to extend gradually from DWG, applying [ the width of face of a dielectric strip, and / of a crosswise wall surface (conductor side) ] them to a NRD guide.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although it had the description that the line converter of Above DWG and a NRD guide covers a broadband, and little track conversion loss is, since the track length of a track transducer became long, there was a problem of enlarging to the whole.

[0004] For example, the directional coupler of the parallel 2 track mold which carried out parallel arrangement of the two dielectric strips between the conductor sides of two upper and lower sides as one of the circuits using a dielectric wire way is used. Although a NRD guide can be used as a dielectric wire way, the frequency bandwidth at which characteristic values, such as a power partition ratio, maintain a predetermined value is narrow. If the directional coupler of a waveguide form is constituted using DWG, a broadband property will be acquired, but in order to consider I/O for example, as a NRD guide, the line converter of the above-mentioned DWG-NRD guide is needed with the directional coupler by DWG. Consequently, it enlarges to the whole.

[0005] The purpose of this invention is to provide the whole with the dielectric wire way converter aiming at a miniaturization, maintaining the good track transfer characteristic.

[0006] Moreover, other purposes of this invention are to have a broadband property and offer the directional coupler by the small dielectric wire way.

[0007] The purpose of further others of this invention is to offer the high frequency circuit module and transmitter-receiver using the dielectric wire way equipment or the directional coupler which used the above-mentioned dielectric wire way transducer.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The dielectric wire way of the 1st sort which this

invention made the vertical side of a dielectric strip the conductor side, and established space in the side of this dielectric strip, It is a line converter with the dielectric wire way of the 2nd sort which makes a conductor side the vertical side and side face of a dielectric strip. Connect with the dielectric strip of the dielectric wire way of the 1st sort and the 2nd sort, or it has the dielectric strip which follows the dielectric strip of the dielectric wire way of the 1st sort and the 2nd sort. Spacing of the conductor side of the upper and lower sides in fields other than this dielectric strip is made narrower than spacing of the conductor side of the upper and lower sides in the track of the 1st sort, and spacing of said conductor side is made abbreviation 0 in the dielectric wire way part of the 2nd sort.

[0009] Since there is no element which track conversion is made, without a reflection property deteriorating, and spreads crosswise [ of a track ] since spacing of the conductor side of the upper and lower sides whose dielectric strip is pinched is missing from the dielectric wire way (dielectric loading waveguide) of the 2nd sort and does not change with these structures from the dielectric wire way of the 1st sort rapidly, a crosswise miniaturization becomes easy.

[0010] In the above-mentioned structure, if spacing of the conductor side in fields other than a dielectric strip is narrowed, it will be stopped by the reflectors in discontinuity, so that it goes to the dielectric wire way of the 2nd sort from the dielectric wire way of the 1st sort.

[0011] Moreover, two reflected waves from which spacing of the conductor side of the upper and lower sides one fourth of whose odd times, then dielectric strips of the wavelength on a track are pinched changes pile up the track length between the dielectric wire way of the 1st sort, and the dielectric wire way of the 2nd sort by the opposite phase, and a reflected wave is negated as a result. Therefore, a reflection property is improved.

[0012] Moreover, the dielectric wire way of the 1st sort which this invention made the vertical side of a dielectric strip the conductor side, and established space in the side of this dielectric strip, It is a line converter with the dielectric wire way of

the 2nd sort which makes a conductor side the vertical side and side face of a dielectric strip. Connect with the dielectric strip of the dielectric wire way of the 1st sort and the 2nd sort, or it has the dielectric strip which follows the dielectric strip of the dielectric wire way of the 1st sort and the 2nd sort. Let spacing from this dielectric strip to the conductor side of the side be fixed spacing narrower than spacing from the dielectric strip of the dielectric wire way of the 1st sort to the conductor side of the side.

[0013] Since spacing of the conductor side of the upper and lower sides whose dielectric strip is pinched is missing from the dielectric wire way (dielectric loading waveguide) of the 2nd sort from the dielectric wire way of the 1st sort and is changing with these structures in the shape of a step, the die-length direction dimension of a line converter is short, and ends. Therefore, a line converter short in the die-length direction is obtained.

[0014] In the above-mentioned structure, two reflected waves from which spacing of the conductor side of the upper and lower sides one fourth of whose odd times, then dielectric strips of the wavelength on a track are pinched changes pile up the track length between the dielectric wire way of the 1st sort, and the dielectric wire way of the 2nd sort by the opposite phase, and a reflected wave is negated as a result. Therefore, a reflection property is improved.

[0015] Spacing of the conductor side of the dielectric wire way of the 1st above-mentioned sort can be made narrower than the height of the dielectric strip of the dielectric wire way of the 1st sort, and the dielectric wire way circuit equipped with the dielectric wire way (henceforth a "hyper-NRD guide") which spreads the single mode in LSM mode then the dielectric wire way which the loss accompanying the mode transformation in a bend hardly produces, and the dielectric loading waveguide can be easily constituted now.

[0016] Moreover, this invention constitutes dielectric wire way equipment equipped with the above-mentioned dielectric wire way converter. For example, the above-mentioned dielectric wire way converter is prepared in the dielectric wire way of the 2nd sort, and the dielectric wire way equipment using the

dielectric wire way of the 2nd sort which could be made to carry out direct continuation of the dielectric wire way of the 1st sort is constituted.

[0017] Moreover, this invention constitutes the directional coupler equipped with the above-mentioned dielectric wire way converter. For example, two dielectric wire ways of the 2nd sort are made to join or unify, and a directional coupler is constituted. The directional coupler which can input in a NRD guide and has a broadband property by this is obtained.

[0018] Moreover, this invention constitutes the high frequency circuit module which used the above-mentioned dielectric wire way equipment or a directional coupler for the propagation section of a sending signal or an input signal.

[0019] Furthermore, this invention constitutes a transmitter-receiver by the above-mentioned high frequency circuit module, the sending circuit, and the receiving circuit.

[0020]

[Embodiment of the Invention] The configuration of the dielectric wire way converter concerning the 1st operation gestalt of this invention is shown in drawing 1 and drawing 2 . (A) of drawing 1 -- the perspective view of the whole principal part, and (B) -- the conductor of the upper part of (A) -- it is a perspective view in the condition of having removed the plate. Moreover, the sectional view of an A-A part [ in / in (A) of drawing 2 / (A) of drawing 1 ] and (B) are the sectional views of the B-B part in (A) of drawing 1 .

[0021] the conductor which 1 and 2 form an electrode layer in the front face of the fabricated insulator plate, respectively, and changes in drawing 1 -- the conductor which processes a plate or a metal plate and changes -- it is a plate. 3 is a dielectric strip by injection molding or cutting, and consists of synthetic resin, a ceramic, or its composite. it is shown in drawing -- as -- an up-and-down conductor -- the dielectric wire way of the 1st sort, the dielectric wire way of the 2nd sort, and the track transducer in the meantime are constituted by arranging the dielectric strip 3 among plates 1 and 2.

[0022] The height of the dielectric strip 3 and a crosswise dimension are fixed

also in any of the dielectric wire way of the 1st sort, the dielectric wire way of the 2nd sort, and a track transducer. it is shown in drawing 2 -- as -- the dielectric wire way part of the 1st sort -- setting -- an up-and-down conductor -- the spacing  $h$  of the opposed face (conductor side) of a plate is formed in a predetermined dimension narrower than the height dimension  $H$  of the dielectric strip 3. The hyper-NRD guide (it expresses the inside HNRD of drawing.) which spreads the single mode in the LSM01 mode by this is constituted. the dielectric wire way part of the 2nd sort -- an up-and-down conductor -- he is trying to set to about 0 spacing of the condition, i.e., an opposed face, which piled up plates 1 and 2 therefore, the conductor in the dielectric wire way part of the 2nd sort -- the channel depth of a plate is made into the one half of the height dimension  $H$  of the dielectric strip 3. Thereby, the dielectric wire way of the 2nd sort is used as the dielectric loading waveguide (it expresses the inside DWG of drawing.).

[0023] a track transducer (it expresses the inside TR of drawing.) -- an up-and-down conductor -- sequential change of the channel depth is carried out so that spacing of the opposed face of plates 1 and 2 may be missing from the dielectric wire way part of the 2nd sort from the dielectric wire way part of the 1st sort and may become taper-like. The I/O part of a track transducer and midcourse reflection are reduced according to this structure, and the reflection property as a line converter is kept good.

[0024] Drawing 3 is drawing showing the configuration of the dielectric wire way converter concerning the 2nd operation gestalt. the conductor of the upper and lower sides [ in / at the example which is shown in drawing 3 unlike the case of the 1st operation gestalt / a track transducer ] -- spacing of the opposed face of plates 1 and 2 is gradually changed from spacing of the dielectric wire way part of the 1st sort to spacing (about 0) of the dielectric wire way part of the 2nd sort. such structure -- also setting -- an up-and-down conductor -- since the spacing difference in the part from which spacing of the opposed face of plates 1 and 2 changes gradually is small, reflection is suppressed small and can keep the whole reflection property good.

[0025] Next, the configuration of the dielectric wire way converter concerning the 3rd operation gestalt is explained with reference to drawing 4 - drawing 7 . the conductor of the upper part [ in / (A) of drawing 4 , and / in (B) / (A) ] -- it is a perspective view in the condition of having removed the plate. [ the perspective view of the whole principal part ] 1 and 2 -- a conductor -- a plate and 3 are dielectric strips. This dielectric strip 3 consists of synthetic resin, a ceramic, or its composite, and uses PTFE of specific-inductive-capacity  $\epsilon_r=2.04$  in the example of a property mentioned later.

[0026] Drawing 5 is the sectional view of each part, and (A) is [ the sectional view in a track transducer and (C of the sectional view in the dielectric wire way part of the 1st sort and (B)) ] the sectional views in the dielectric wire way part of the 2nd sort. The height of the dielectric strip 3 is 2.2mm, width of face is 1.8mm, and it is fixed also in any of the dielectric wire way of the 1st sort, the dielectric wire way of the 2nd sort, and a track transducer. the conductor of the dielectric wire way part of the 1st sort -- the channel depth in 0.5mm and a track transducer of the depth of flute prepared in the plate is 0.65mm, and the channel depth in the dielectric wire way of the 2nd sort is set to 1.1mm.

[0027] here -- an up-and-down conductor -- the relation of the characteristic impedance of the track over spacing of the conductor side of plates 1 and 2 is shown in drawing 6 .  $Z_1$  is the characteristic impedance of the dielectric wire way of the 1st sort, and  $Z_2$  is the characteristic impedance of the dielectric wire way of the 2nd sort. If spacing of a conductor side is set that the characteristic impedance of a track transducer becomes root ( $Z_1, Z_2$ ), the impedance matching between two sorts of tracks can be taken. In this example, it is 0.9mm. Moreover, when wavelength on a track is set to  $\lambda_d$ , the track length  $L$  of a track transducer is carried out to one odd times the relation [  $\lambda_d/4$  or ] of those of this. In this example, it is a 60GHz band and is  $L= 1.85\text{mm}$ .

[0028] Drawing 7 shows the reflection property by the three-dimension finite element method of the dielectric wire way converter by the above-mentioned configuration. Thus, the low reflection property of -30dB is obtained with a 60GHz



band.

[0029] Next, the configuration of the dielectric wire way converter concerning the 4th operation gestalt is explained with reference to drawing 8 - drawing 11 .

[0030] drawing 8 -- a upside conductor -- it is a perspective view in the condition of having removed the plate. the conductor of the upper and lower sides [ in this example ] by the dielectric wire way part of the 1st sort -- spacing of a plate -- fixed -- maintaining -- the conductor of the upper and lower sides by the dielectric wire way of the 2nd sort, and the track transducer -- spacing of a plate is set to about 0. however, a conductor [ in / in a track transducer, a slot is extended to the side of the dielectric strip 3, and / for the channel depth in the part / the dielectric wire way of the 1st sort ] -- it is supposed that it is the same as that of the channel depth of a plate.

[0031] Drawing 9 is the sectional view of each part of the above-mentioned dielectric wire way converter, and (A) is [ the sectional view of a track transducer and (C of the sectional view of the dielectric wire way part of the 1st sort and (B)) ] the sectional views of the dielectric wire way of the 2nd sort. The height of the dielectric strip 3 is 2.2mm, width of face is 1.8mm, and it is fixed also in any of the dielectric wire way of the 1st sort, the dielectric wire way of the 2nd sort, and a track transducer. the conductor of the dielectric wire way part of the 1st sort -- the depth of flute prepared in the plate is 0.5mm. Although the channel depth in a track transducer is also 0.5mm, spacing to the conductor side of the side is set to 0.16mm. The channel depth in the dielectric wire way of the 2nd sort is set to 1.1mm.

[0032] Here, the relation of the characteristic impedance of the track over spacing from a dielectric strip to the conductor side of the side is shown to drawing 10 .  $Z_1$  is the characteristic impedance of the dielectric wire way of the 1st sort, and  $Z_2$  is the characteristic impedance of the dielectric wire way of the 2nd sort. If spacing from a dielectric strip to the conductor side of the side is defined so that the characteristic impedance of a track transducer may become root ( $Z_1, Z_2$ ), the impedance matching between two sorts of tracks can be taken.

In this example, it is 0.16mm. Moreover, when wavelength on a track is set to  $\lambda$ , the track length L of a track transducer is carried out to one odd times the relation  $[\lambda/4 \text{ or } \lambda/2]$  of those of this. In this example, it is a 60GHz band and may be  $L = 1.83\text{mm}$ .

[0033] Drawing 11 shows the reflection property by the three-dimension finite element method of the dielectric wire way converter by the above-mentioned configuration. Thus, the low reflection property of -30dB is obtained with a 60GHz band.

[0034] Next, the example of a configuration of the directional coupler concerning the 5th operation is explained with reference to drawing 12 - drawing 14 . drawing 12 -- a upside conductor -- the perspective view in the condition of having removed the plate, and drawing 13 are the plan. The part shown by 31, 32, 33, and 34 is a dielectric strip, and is really fabricated in this example to the "\*\*\*" typeface. a conductor -- the dielectric strips 31-34 form the slot containing Mr. fixed Fukashi in a plate 1. a upside conductor -- the same is said of a plate.

[0035] this structure -- the dielectric strips 32-34 -- applying -- dielectric wire way -> track transducer [ of the 1st sort ] -> -- dielectric wire way -> track transducer [ of the 2nd sort ] -> -- track conversion is performed in order of the dielectric wire way of the 1st sort. even if it applies to the dielectric strips 31-33 similarly -- dielectric wire way -> track transducer [ of the 1st sort ] -> -- dielectric wire way -> track transducer [ of the 2nd sort ] -> -- track conversion is performed in order of the dielectric wire way of the 1st sort.

[0036] The above-mentioned dielectric strip is unified in a part of part which constitutes the dielectric wire way of the 2nd sort. Thereby, the dielectric wire way part of the 2nd sort is made to act as a directional coupler by DWG. A broadband property is acquired by the directional coupler by DWG like the directional coupler which used the cavernous waveguide being a broadband. And since it can use as a hyper-NRD guide, four ports can be extremely miniaturized in the whole, when forming a directional coupler all over the dielectric wire way circuit using a hyper-NRD guide.

[0037] the above-mentioned directional coupler -- setting -- the conductor of the upper and lower sides of the dielectric wire way parts of the 1st sort and the 2nd sort -- spacing of a plate, and the conductor of the upper and lower sides of a track transducer -- spacing of a plate is the same as that of the example shown in drawing 5 as 3rd operation gestalt. Moreover, the dimension and the quality of the material of a dielectric strip are also the same as that of the case of the 3rd operation gestalt. The dimension of each part shown in drawing 13 is a value at the time of designing on a 60GHz band, and a unit is mm.

[0038] Drawing 14 is drawing showing the distribution property by the three-dimension finite element method. Thus, S31 and S41 property is set to -3dB in the 60GHz band which is a design frequency band, an equipartition property is acquired, and, moreover, the property is maintained over a broadband.

[0039] Next, the example of the directional coupler concerning the 6th operation gestalt is explained with reference to drawing 15 - drawing 19 . drawing 15 -- a upside conductor -- it is a plan in the condition of having removed the plate.

Although it is the same as that of what was fundamentally shown in drawing 13 , it is the directional coupler used with a 76GHz band here. In connection with the frequency band having become high, the track length of a transducer TR part is set to 1.3mm, and it is made smaller than the case where the dimension of the part which performs association between parallel 2 tracks in the 2nd dielectric wire way part is shown in drawing 13 .

[0040] Drawing 16 is the sectional view of three kinds of track parts in the above-mentioned directional coupler. (A) is [ the sectional view of a track transducer and (C of the sectional view of the dielectric wire way part of the 1st sort and (B)) ] the sectional views of the dielectric wire way part of the 2nd sort. In connection with the frequency band having become high, the dimension of each part is smaller than what was shown in drawing 5 .

[0041] Drawing 17 is drawing showing the configuration of the directional coupler which actually performed characterization, and is the plan of only a dielectric strip part. This directional coupler matches port #3 with the input signal from port #1

for port #4 by power. Since all the outsides of Transducer TR are hyper-NRD guides, even if they constitute the bend which has the curvature of arbitration, the loss accompanying mode transformation hardly produces them. In order to pull out port #4 perpendicularly to the straight line which connects port #3 to port #1, the bend with a radius of curvature of 5mm (R5) consists of this example.

[0042] Drawing 18 is the result of carrying out simulation of the directional coupler shown in drawing 15 with the three-dimension finite element method as a non-lost system, and drawing 19 is as a result of [ of the directional coupler shown in drawing 17 ] an observation. Thus, a power partition ratio can be mostly made regularity over a large frequency band.

[0043] Next, the example of a configuration of the millimeter wave radar module concerning the 7th operation gestalt is explained based on drawing 20 and drawing 21 . drawing 20 -- a upside conductor -- the plan in the condition of having removed the plate, and drawing 21 are the block diagrams of the above-mentioned millimeter wave radar module. This millimeter wave radar module is divided roughly, and consists of each unit of an oscillator, an isolator, a directional coupler, a circulator, and a mixer. An oscillator generates a millimeter wave signal with Gunn diode. The isolator is constituted by connecting a termination machine to one port of the circulator which makes three dielectric strips a port as shown in drawing. That is, he makes the millimeter wave signal from an oscillator spread to a directional coupler side, and is trying to lead the reflective signal from a directional coupler to a termination machine. A directional coupler has the same structure as what was shown in drawing 12 , is equipped with four ports by the hyper-NRD guide, is a predetermined power partition ratio and distributes the input signal from port #1 to port #3 and port #4. The signal from port #3 is emitted as a TX signal towards a target from the antenna connected to RF port through a circulator. The reflective signal from the target which won popularity with the antenna is inputted into a mixer as an RX signal through a circulator. On the other hand, the signal from port #4 of a directional coupler is inputted into a mixer as an LO signal, and a mixer mixes RX signal and

LO signal. When the signal of an oscillator takes the binary frequencies  $f_1$  and  $f_2$  for example, on a time amount target, an IF signal with the frequency component of  $f_1 - f_2$  according to the time difference produced according to the path difference of two paths is obtained. Ranging to a target is performed by carrying out signal processing of this IF signal.

[0044] Next, the configuration of the millimeter wave radar module concerning the 8th operation gestalt is shown in drawing 22 and drawing 23 . drawing 22 -- a upside conductor -- the plan in the condition of having removed the plate, and drawing 23 are the block diagrams of the above-mentioned millimeter wave radar module. This millimeter wave radar module is divided roughly, and consists of each unit of an oscillator, an isolator, a directional coupler, a circulator, an up converter, and a down converter. An oscillator generates a millimeter wave signal with Gunn diode. As shown in drawing, constitute the isolator by connecting a termination machine to one port of the circulator which makes three dielectric strips a port, and it makes the millimeter wave signal from an oscillator spread to a directional coupler side, and he is trying to lead the reflective signal from a directional coupler to a termination machine. The signal inputted from port #1 of a directional coupler is outputted from port #3 and port #4, respectively, and is inputted into an up converter and a down converter. An up converter mixes LO signal from a directional coupler, and the IF signal from IF circuit, and outputs the signal which has the signalling frequency of  $LO + IF$  to a circulator. This signal is emitted to the exterior as a TX signal through a circulator. In this example, a hyper-NRD guide will be outputted to a waveguide through WG converter changed into waveguide mode. The signal reflected from the target is inputted into a down converter as an RX signal through a circulator. A down converter mixes LO signal and RX signal which were oscillated by the oscillator, and obtains an IF signal with an  $RX - LO$  component. From frequency change of the IF signal given to the above-mentioned up converter, and the frequency component of the IF signal obtained with the down converter, signal processing performs ranging to a target.

[0045] Drawing 24 is the block diagram showing the configuration of the whole transmitter-receiver concerning the 9th operation gestalt which used the above-mentioned millimeter wave radar module. In drawing 24 , RF circuit is equivalent to the above-mentioned millimeter wave radar module, and IF circuit consists of the filter circuit and AD converter of an IF signal which were obtained with the millimeter wave radar module. a digital disposal circuit -- the digital data of an IF signal -- signal processing -- or data processing is carried out, it asks for ranging and relative velocity from the antenna of a millimeter wave radar module to a target, and the circuit of the exteriors, such as an engine control unit of a mobile, is controlled if needed.

[0046] Next, the configuration of the dielectric wire way equipment concerning the 10th operation gestalt is shown in drawing 25 . drawing 25 -- setting -- 1 and 2 -- an up-and-down conductor -- a plate, and 3a and 3b are the dielectric strips divided up and down. moreover, the substrate with which 4 formed the microstrip line 5 etc. -- it is -- an up-and-down conductor -- dielectric wire way equipment is constituted by putting among plates 1 and 2. This dielectric wire way equipment is equivalent to what divided the thing of the structure shown in drawing 4 up and down in the center section of the dielectric strip, and put the substrate between them.

[0047] The microstrip line 5 is made to perform track conversion with DWG and a microstrip line by inserting in the sense which intersects perpendicularly with a DWG part on the track. Thus, by performing track conversion with DWG and a microstrip line, generating of an unnecessary wave decreases compared with the case where track conversion with a NRD guide and a microstrip line is performed directly. in addition, the microstrip line 5 -- a upside conductor -- the part which counters a microstrip line 5 so that a plate 2 may not be touched directly -- a conductor -- the crevice is formed in a plate 2.

[0048] In addition, although each operation gestalt shown above showed the example which performs the line converter of a hyper-NRD guide and a dielectric loading waveguide, the invention in this application is applicable similarly about

the case where track conversion with the Normal NRD guide and dielectric loading waveguide which are spread by both the modes in the LSM01 mode and the LSE01 mode is performed. The example is shown in drawing 26 .

[0049] In drawing 26 , the sectional view of a B-B part [ in / (A) and / in (B) / (A) ] and (C) are the sectional views of the C-C part in (A). [ the perspective view of the whole principal part ] the structure shown in drawing 1 -- differing -- the conductor of the upper and lower sides of the Normal NRD guide part (NNRD) in this example -- the slot is not established in plates 1 and 2.

[0050] the conductor of the upper and lower sides in a track transducer (TR) -- sequential change of the channel depth is carried out so that spacing of the opposed face of plates 1 and 2 may be missing from a DWG part from the Normal NRD guide part and may become taper-like.

[0051] moreover -- each operation gestalt shown above -- the conductor side of a dielectric wire way -- a conductor -- although constituted on the surface of the plate, metallizing of the predetermined part of a dielectric strip may be carried out, and a conductor side may be formed. About the case of a directional coupler, the example is shown in drawing 27 .

[0052] (A) of drawing 27 -- the perspective view of a dielectric strip, and (B) -- a upside conductor -- it is a perspective view in the condition of having removed the plate. Unlike the example shown in drawing 12 , the electrode layer is formed in the dielectric strip part which constitutes DWG although the part shown by 31, 32, 33, and 34 is a dielectric strip. Other structures are the same as that of the case of drawing 12 .

[0053] a dielectric strip [ in / since the electrode which carried out metallizing of the DWG part acts as a conductor side according to this structure / a DWG part ], and a conductor -- even if some gaps are generated to a plate, the always stabilized property is acquired.

[0054]

[Effect of the Invention] Since the discontinuity of the track applied to the dielectric wire way of the 2nd sort from the dielectric wire way of the 1st sort

becomes small according to invention concerning claim 1, track conversion is made without a reflection property deteriorating. And since there is no element which spreads crosswise [ of a track ], a small dielectric wire way converter is obtained crosswise.

[0055] According to invention concerning claim 2, it is stopped by the reflectors in the discontinuity of the track applied to the dielectric wire way of the 2nd sort from the dielectric wire way of the 1st sort.

[0056] According to invention concerning claims 3 and 5, the reflected wave in two discontinuity piles up by the opposite phase, and a reflected wave is negated as a result. Therefore, a reflection property is improved.

[0057] Since according to invention concerning claim 4 spacing of the conductor side of the upper and lower sides whose dielectric strip is pinched is missing from the dielectric wire way of the 2nd sort from the dielectric wire way of the 1st sort and is changing in the shape of a step, the die-length direction dimension of a line converter is short, and ends. Therefore, a line converter short in the die-length direction is obtained.

[0058] According to invention concerning claim 6, the dielectric wire way circuit equipped with the hardly produced NRD guide and DWG of the loss accompanying the mode transformation in a bend can be easily constituted now.

[0059] According to invention concerning claim 7, when preparing the component by DWG in a dielectric wire way circuit, it comes to be able to carry out direct continuation all over the dielectric wire way circuit by the NRD guide, and the whole miniaturization can be attained.

[0060] Since it outputs and inputs in a NRD guide and DWG can constitute a directional coupler according to invention concerning claim 8, a miniaturization can be attained with broadband property-ization.

[0061] According to invention concerning claim 9, the high frequency circuit module which used said directional coupler or dielectric wire way equipment for the propagation section of a sending signal or an input signal and which is small and has a broadband property can be constituted easily.



[0062] According to invention which furthermore relates to claim 10, it is small and the transmitter-receiver equipped with the above-mentioned high frequency circuit module, the sending circuit, and the receiving circuit which has a broadband property can be constituted.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The perspective view showing the configuration of the dielectric wire way converter concerning the 1st operation gestalt

[Drawing 2] The sectional view of each part of this dielectric wire way converter

[Drawing 3] The perspective view showing the configuration of the dielectric wire way converter concerning the 2nd operation gestalt

[Drawing 4] The perspective view showing the configuration of the dielectric wire way converter concerning the 3rd operation gestalt

[Drawing 5] The sectional view of each part of this dielectric wire way converter

[Drawing 6] Drawing showing the relation of the characteristic impedance of the track over conductor-side spacing

[Drawing 7] Drawing showing the reflection property in a predetermined

frequency band

[Drawing 8] The perspective view showing the configuration of the line converter concerning the 4th operation gestalt

[Drawing 9] The sectional view of each part of this dielectric wire way converter

[Drawing 10] Drawing showing the relation of the characteristic impedance of the track over the distance to the conductor side of the dielectric strip side

[Drawing 11] Drawing showing the reflection property in a predetermined frequency band

[Drawing 12] The perspective view showing the example of a configuration of the directional coupler concerning the 5th operation gestalt

[Drawing 13] the conductor of the upper part of this directional coupler -- the plan in the condition of having removed the plate

[Drawing 14] Drawing showing the distribution property of this directional coupler

[Drawing 15] Drawing showing the example of a configuration of the directional coupler concerning the 6th operation gestalt

[Drawing 16] The sectional view of each part of this directional coupler

[Drawing 17] Drawing showing the configuration of the directional coupler used for the observation

[Drawing 18] Drawing showing the distribution property by simulation

[Drawing 19] Drawing showing the distribution property by observation

[Drawing 20] Drawing showing the configuration of the millimeter wave radar module concerning the 7th operation gestalt

[Drawing 21] The block diagram of this millimeter wave radar module

[Drawing 22] Drawing showing the configuration of the millimeter wave radar module concerning the 8th operation gestalt

[Drawing 23] The block diagram of this millimeter wave radar module

[Drawing 24] The block diagram of the transmitter-receiver concerning the 9th operation gestalt

[Drawing 25] The decomposition perspective view showing the example of a configuration of the dielectric wire way equipment concerning the 10th operation

gestalt

[Drawing 26] The perspective view and sectional view showing the configuration of the dielectric wire way converter concerning the 11th operation gestalt

[Drawing 27] The perspective view showing the configuration of the directional coupler concerning the 12th operation gestalt

[Description of Notations]

1 and 2- a conductor -- a plate

3-dielectric strip

4-substrate

5-microstrip line

31 - 34-dielectric strip

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

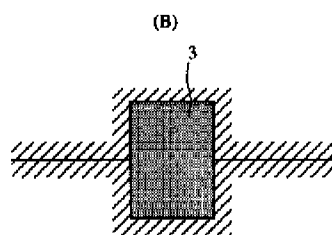
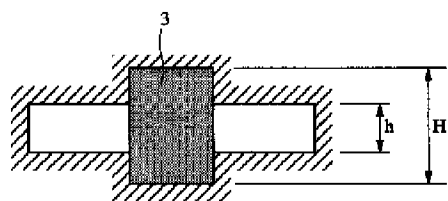
3.In the drawings, any words are not translated.

---

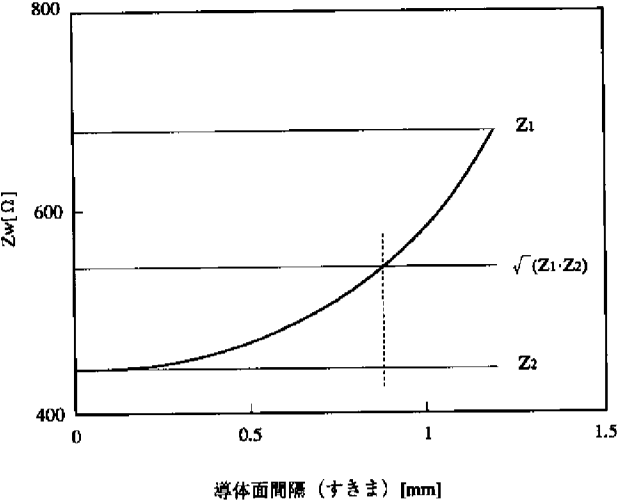
**DRAWINGS**

---

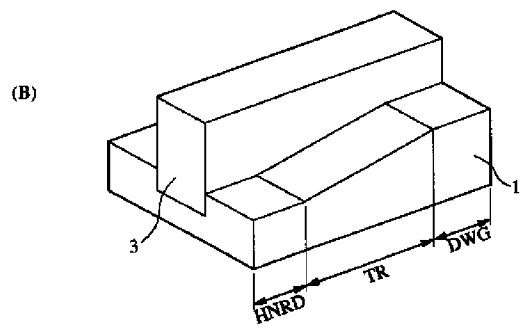
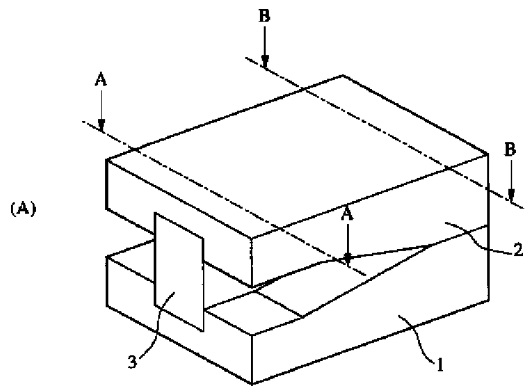
[Drawing 2]  
(A)



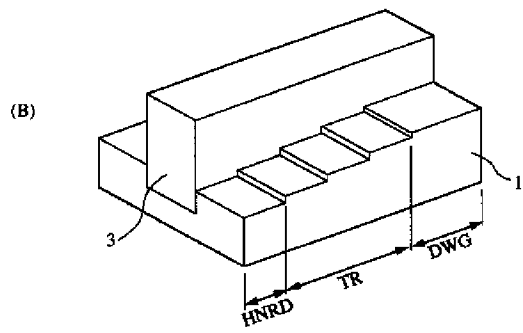
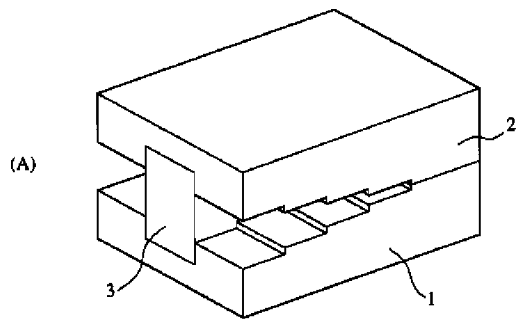
[Drawing 6]



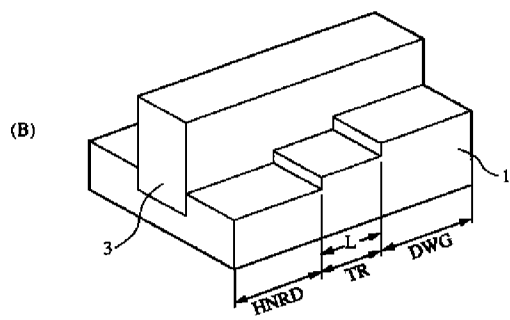
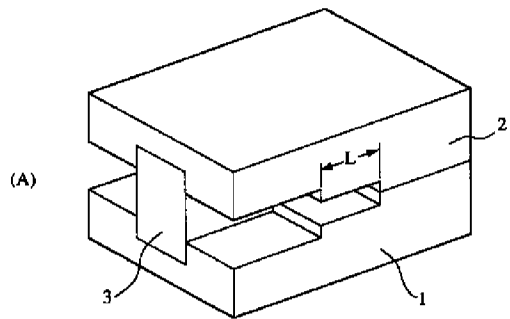
[Drawing 1]



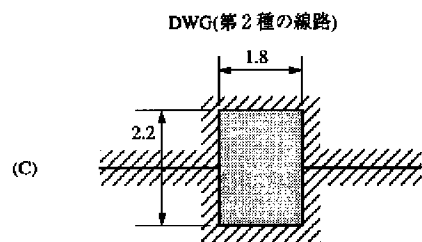
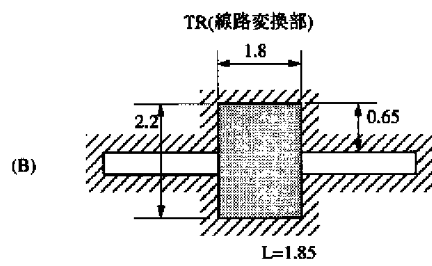
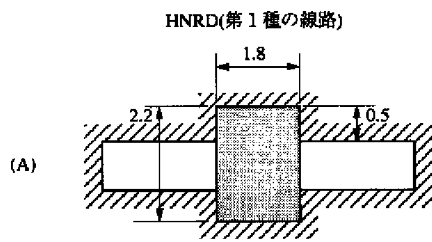
[Drawing 3]



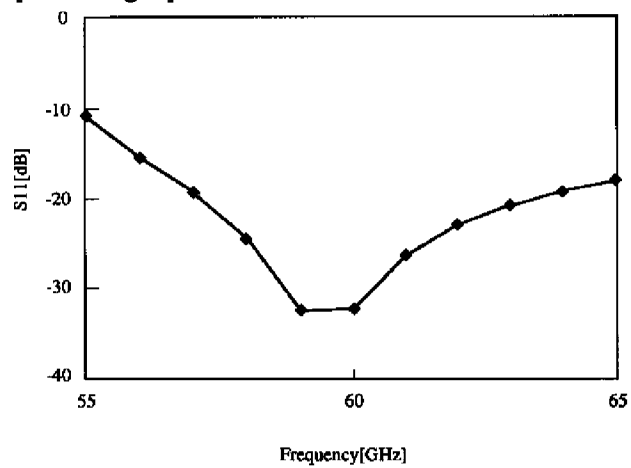
[Drawing 4]



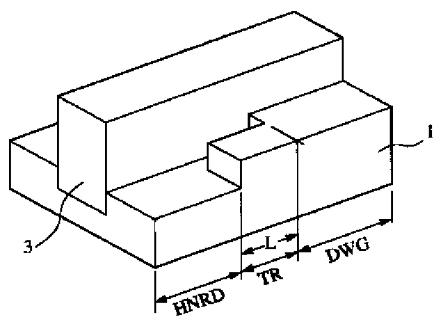
[Drawing 5]



[Drawing 7]

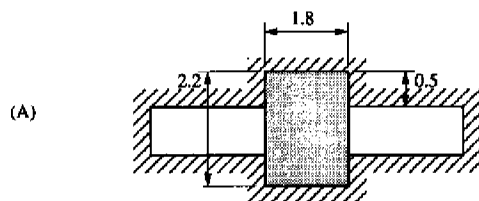


[Drawing 8]

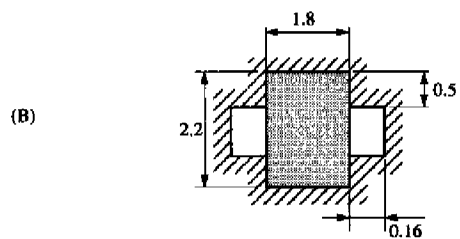


[Drawing 9]

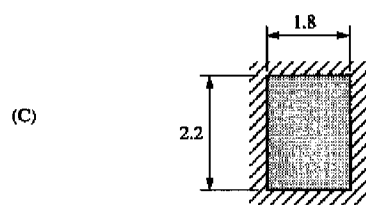
HNRD(第1種の線路)



TR(線路変換部)

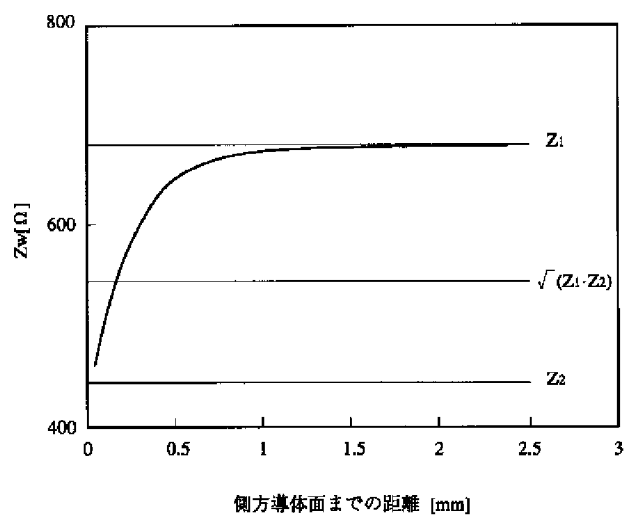


DWG(第2種の線路)

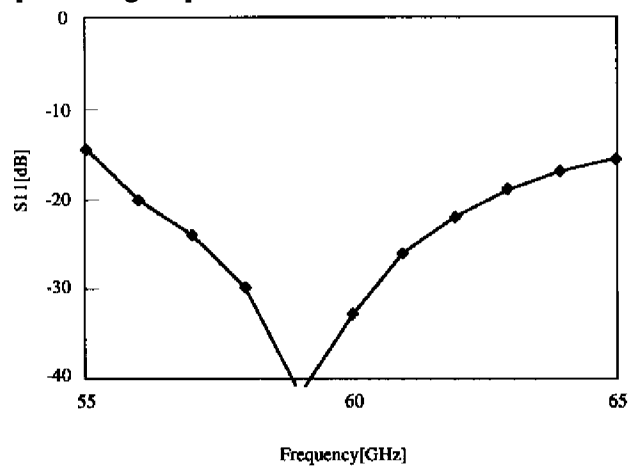


[Drawing 10]

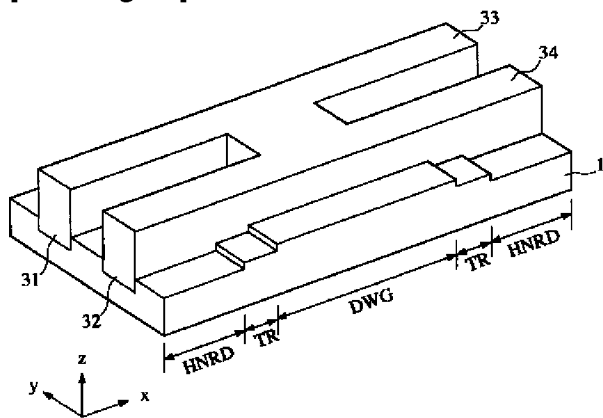




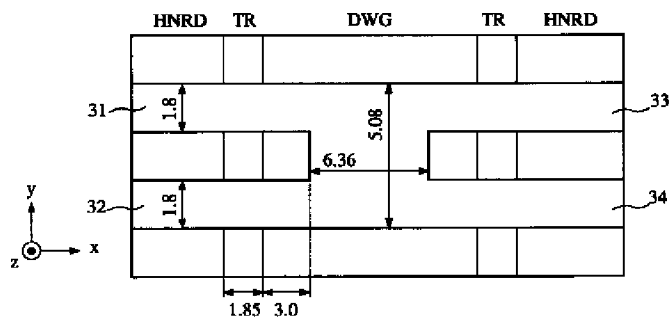
[Drawing 11]



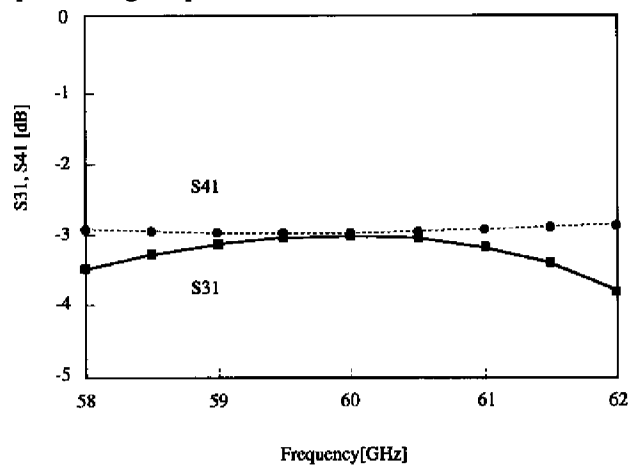
[Drawing 12]



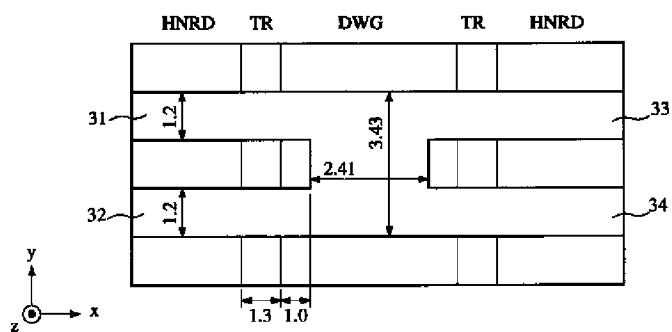
[Drawing 13]



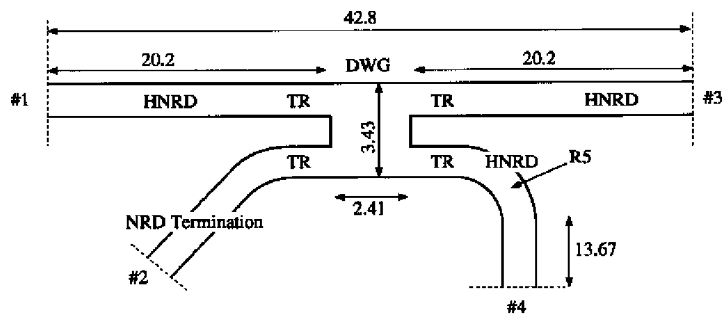
[Drawing 14]



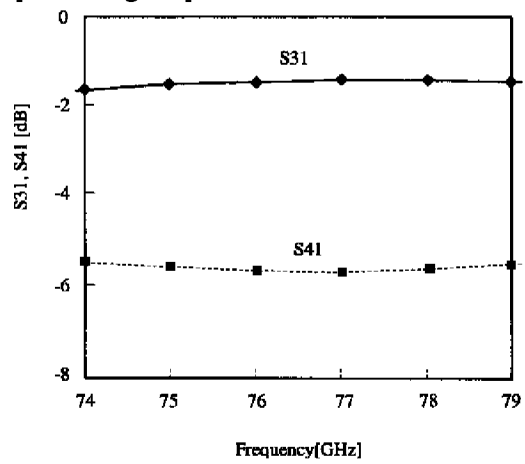
[Drawing 15]



[Drawing 17]



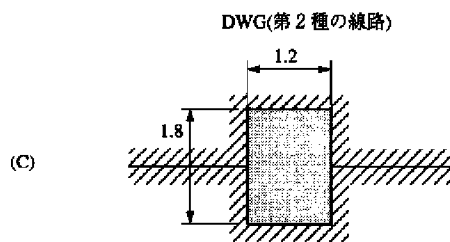
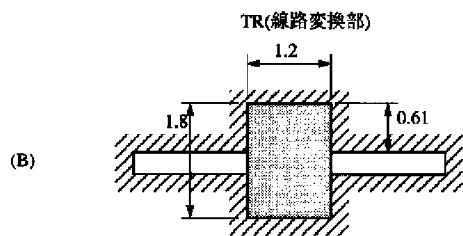
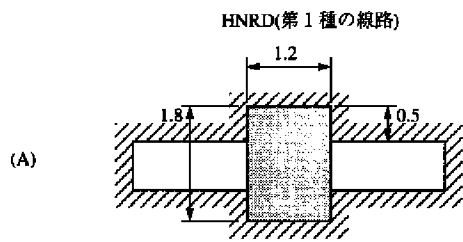
[Drawing 18]



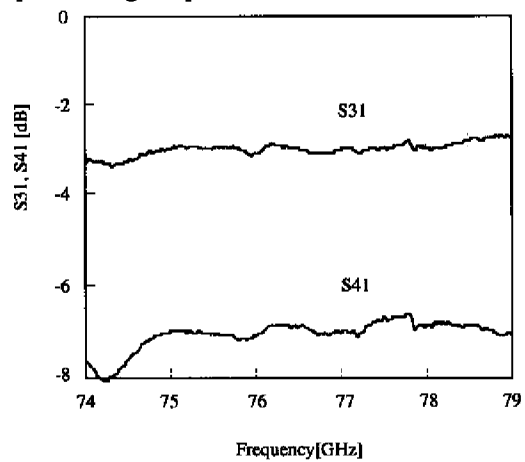
[Drawing 24]



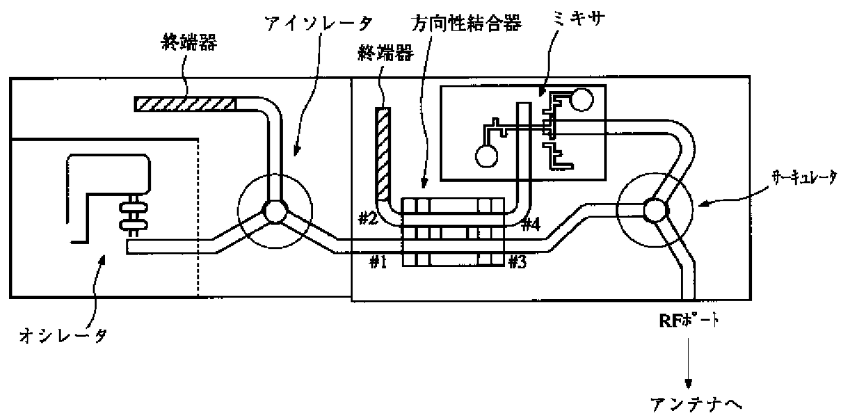
[Drawing 16]



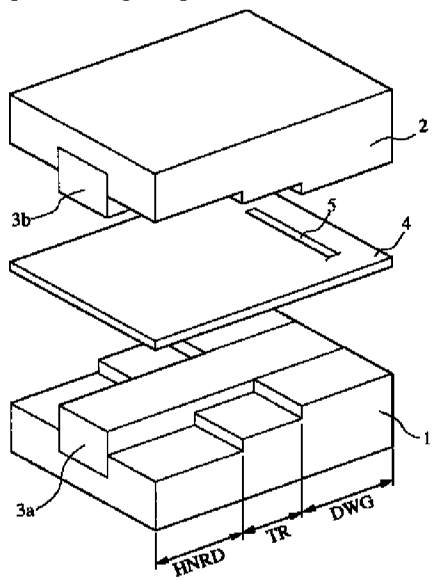
[Drawing 19]



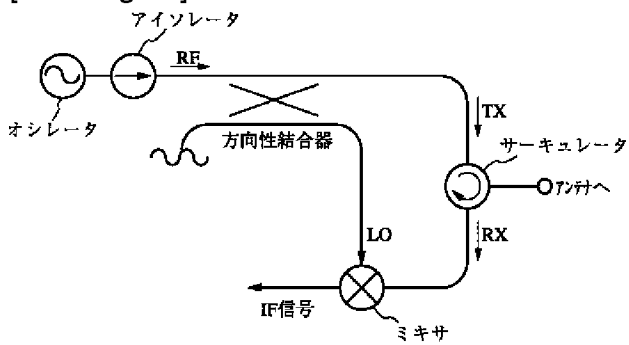
[Drawing 20]



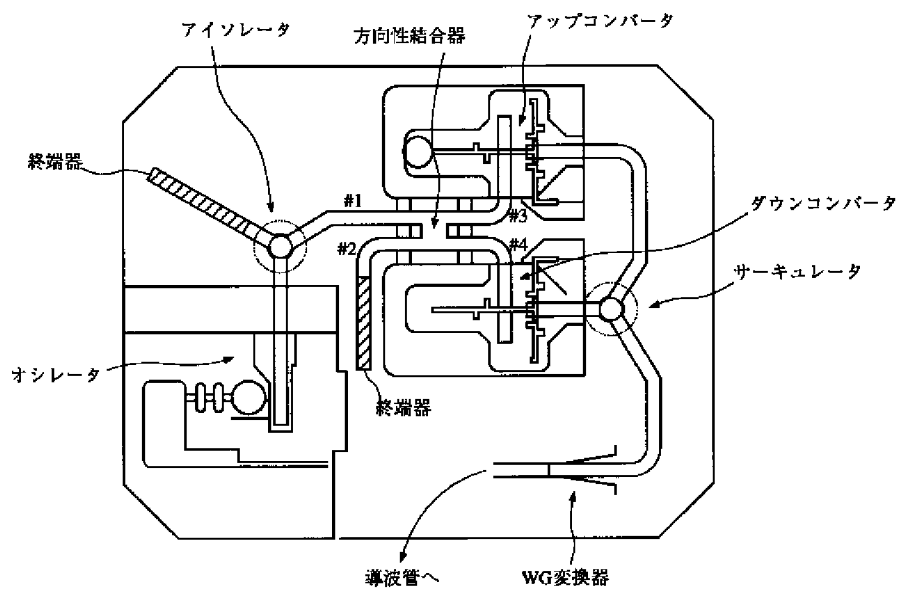
[Drawing 25]



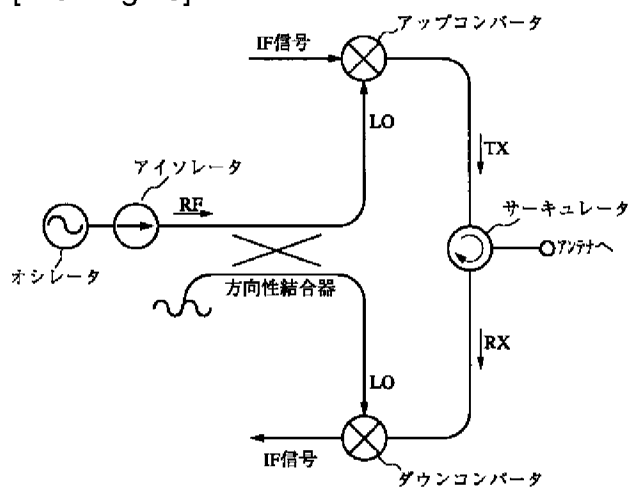
[Drawing 21]



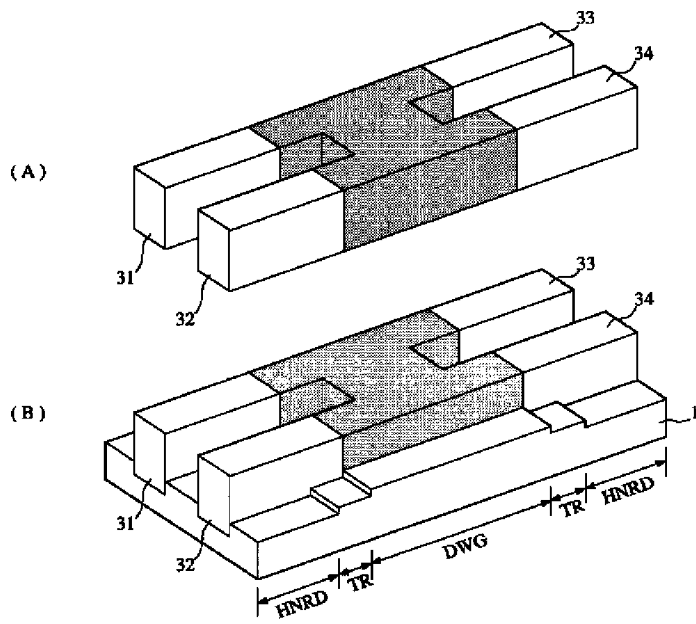
[Drawing 22]



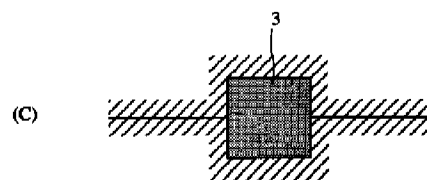
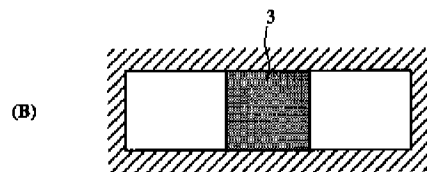
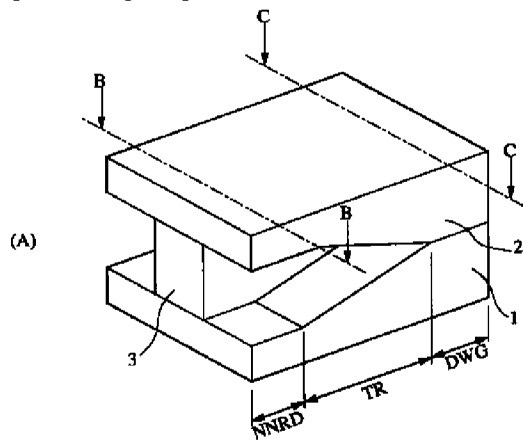
[Drawing 23]



[Drawing 27]



[Drawing 26]



---

[Translation done.]